Beiblatt zu den Botanischen Jahrbüchern

Nr. 108.

Band XLVIII. Ausgegeben am 14. Januar 1913. Heft 5.

Blattanatomie südwestafrikanischer Gräser.

Von

Fritz Günzel.

Mit 1 Figur im Text u. Taf. I—V.

Bei der vorliegenden Arbeit kam es mir darauf an, die infolge ihrer mannigfaltigen Einzelheiten so überaus interessante Anatomie der Grasblätter einmal bei einer größeren Anzahl von Arten eines begrenzten Gebietes näher zu untersuchen. Dazu bot sich eine günstige Gelegenheit, indem mir aus dem Herbar der Botanischen Staatsinstitute in Hamburg eine Sammlung von Gräsern unserer Kolonie Deutsch-Südwestafrika zur Verfügung gestellt wurde, die von einer Reihe von Farmern dort eingesandt waren, um bestimmt und von botanischer und chemischer Seite nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten bearbeitet zu werden, wobei es sich darum handelte, ihren Wert als Weidepflanzen festzustellen (10)[1].

Die leitenden Gesichtspunkte bei meinen Untersuchungen der inneren Struktur der Blätter waren folgende:

Einmal war zu berücksichtigen, daß hier Pflanzen vorlagen, die aus einem Klima stammen, das ausgedehnte Trockenperioden zeigt. So war schon von vornherein zu vermuten, daß die klimatischen Verhältnisse nicht ohne Einfluß auf die anatomische Struktur geblieben sein werden, daß sich namentlich Schutzvorrichtungen und Anpassungen an die Trockenzeiten bemerkbar machen würden.

Sodann wurde im Gegensatz zu den bisherigen mir bekannt gewordenen Arbeiten außer der Spreite auch die Scheide untersucht, woraus sich von selbst das Problem ergab, einen Vergleich zwischen diesen beiden Teilen des Blattes durchzuführen, die morphologisch gleich sind, während ihre Hauptfunktion offenbar eine verschiedene ist.

Zunächst mögen in Kürze einige Vorbemerkungen gegeben werden, die für Scheide und Spreite gelten und zum besseren Verständnis des folgenden beitragen. Es wird bei der Untersuchung unterschieden zwischen Epidermis und Mesophyll.

1) Die in Klammern beigefügten Ziffern beziehen sich auf das am Schluß gegebene Literaturverzeichnis.

Die Epidermis der Grasblätter bietet ein überaus reichhaltiges Bild; sie ist in gründlicher Weise von GROB untersucht worden (6). Ihre wichtigsten Bestandteile sind folgende:

I. Langzellen, die den Hauptbestandteil der Epidermis ausmachen, in der Regel länger als breit sind und meist gewellte Seitenwände haben.

II. Kurzzellen, die sich einteilen lassen in
   a) Kieselzellen, die besonders auffallen wegen ihrer meist typischen Gestalt und danach in Hantel-, Sattel-, Kreuz-, Kreis-, Ellipsen-Zellen und noch andere Formen zerfallen (s. Fig. *A* 1—6).
   d) Korkzellen, die weniger charakteristisch geformt sind und nicht verkieselte, sondern verkorkte Wände haben.

III. Gelenkzellen. Es sind das vergrößerte, oft weit ins Mesophyll hineinragende Epidermiszellen, die zarte Wände besitzen und ihrer Hauptfunktion nach als Wasserspeicher dienen. Wenn sie bei der Einrollung der Spreite auch nicht aktiv beteiligt sind (19), so sind sie bei diesem Vorgang doch insofern von Bedeutung, als sie vermöge ihrer Erschlaffung bei Wassermangel das ungestörte Einrollen ermöglichen.

IV. Haare:
   a) Stachelhaare, oft verkieselt.
   b) Borstenhaare, länger als die vorigen. Hierher gehören auch die sehr kräftig gebauten, meist aus korbartig vorgewölbten Zellgruppen entspringenden Polsterhaare.
   c) Weichhaare, lang und zart, mit nicht verbreitertem Haarfuß.
   d) Winkelhaare, die meist zweizellig sind und deren GROB 3 Arten unterscheidet: zylindrische, keulenförmige und stachelhaarförmige (s. Fig. *B* 1—4).

V. Spaltöffnungen, die regelmäßig in Längsreihen angeordnet sind und aus 2 langen, hantelförmigen Schließzellen und 2 halbmondförmigen Nebenzellen bestehen. Sie stehen im allgemeinen in der Ebene der Blattoberfläche. Über ihre Lage werden daher im speziellen Teil auch nur dann nähere Angaben gemacht, wenn Abweichungen vorliegen.

Das Mesophyll besteht aus:

I. Farblosem Parenchym, das seiner Funktion nach wohl als Wasserspeichergewebe aufzufassen ist. Bei den Scheiden ist es meist in großer Menge vorhanden, bei den Spreiten ist sein Vorkommen beschränkter. Auch die Parenchymscheide[1]), welche die Leitbündel umgibt, kann, namentlich teilweise, farblos sein.

II. Assimilationsgewebe, das sich gewöhnlich zusammensetzt aus der soeben erwähnten Parenchymscheide oder Teilen derselben und den

1) Unter »Scheide« schlechthin ist stets die Blattscheide verstanden.

sich an sie anschließenden mehr oder weniger palissadenartig gestalteten Zellen. Die Parenchymscheide, welche nach HABERLANDT (8) vornehmlich der Ableitung der Assimilate dient, ist bei den größeren Leitbündeln meist nicht allseitig geschlossen, sondern wird oft durch die Bündel mechanischen Gewebes durchbrochen.

III. Den Leitbündeln, deren man nach ihrer Größe und Ausbildung primäre, sekundäre und tertiäre unterscheidet, und die vielfach von einer aus stark verdickten Zellen bestehenden Mestomscheide umgeben werden.

V. Mechanischem Gewebe oder Bastbündeln, bestehend aus langen, an beiden Enden zugespitzten Sklerenchymfasern.

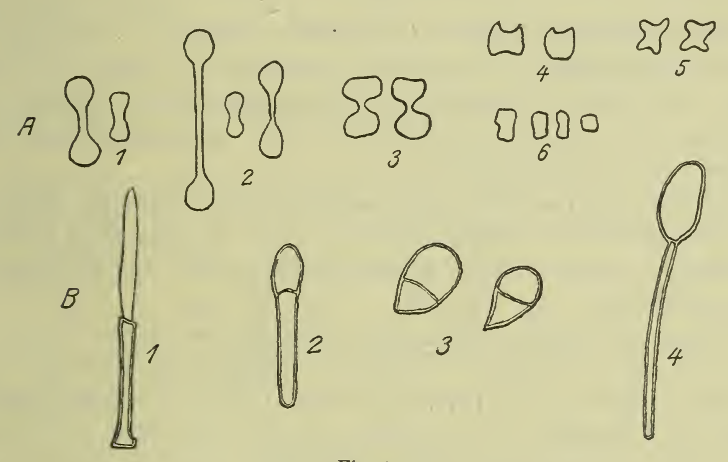


Fig. 1.

A. Kieselzellen, Vergr. 435. *1—3* Hantelzellen (*1 Aristida barbicollis*, Spreitenunterseite; *2 A. adcensionis*, Scheidenaußenseite; *3 Schmidtia bulbosa*, Scheidenaußenseite); *4* Sattelzellen von *Microchloa setacea*, Spreitenunterseite; *5* Kreuzzellen von *Panicum repens*, Scheidenaußenseite; *6* Kieselzellen verschiedener Form von *Aristida obtusa*, Scheidenaußenseite.

B. Zweizellige Winkelhaare, Vergr. 435. *1* Zylindrisches Winkelhaar von *Andropogon contortus*, Spreitenoberseite; *2* keuliges Winkelhaar von *Eragrostis porosa*, Spreitenunterseite; *3* Winkelhaar von *Sporobolus marginatus*, Scheidenaußen- und Spreitenoberseite; *4* Winkelhaar von *Pappophorum scabrum*, Scheidenaußenseite.

A. Spezieller Teil.

Andropogoneae.

Elionurus argenteus Nees Fl. Afr. Austr. S. 95. — Zwischen Okahandja und Waterberg (Damaraland); peren.

Blattscheide.

Die Epidermis der Innenseite besteht aus Langzellen mit glatten Seitenwänden und Spaltöffnungen.

Epidermis der Außenseite: Über Parenchym Langzellen mit gewellten Seitenwänden, dazwischen Spaltöffnungen, sehr schmale Korkzellen, seltener Kieselzellen. An Haaren finden sich zylindrische Winkelhaare und ziemlich zahlreich Stachelhaare. Über mechanischem Gewebe sehr schmale Langzellen, Korkzellen und hantelförmige Kieselzellen.

Mesophyll. Farbloses Parenchym ist in großer Menge vorhanden, besonders in der Mittelrippe; ferner innenseits der Scheide und zwischen den Leitbündeln. Das Assimilationsgewebe liegt nach der Außenseite zu sich an die Leitbündel anschließend. Mechanisches Gewebe außenseits der größeren Leitbündel. Den Leitbündeln fehlt die Mestomscheide; dafür ist bei den großen Bündeln die Parenchymscheide verdickt.

Blattspreite ohne Rippenbildung.

Die Epidermis der Oberseite besteht aus großen blasenförmigen Zellen, die in der Mittelrippe typische Gelenkzellen darstellen. Zwischen diesen großen Epidermiszellen mit ungewellten Seitenwänden liegen die Spaltöffnungen, oft schwach eingesenkt; außerdem finden sich zwischen ihnen Borstenhaare und vereinzelter zylindrische Winkel- und Stachelhaare, letztere namentlich an den Blatträndern.

Epidermis der Unterseite. Die über Parenchym gelegenen Zellen sind auch stark vergrößert. Die Stachelhaare treten an Zahl mehr hinter den Winkelhaaren zurück. Sonst Übereinstimmung mit der Epidermis der Scheidenaußenseite.

Mesophyll. Farbloses Parenchym ist wenig vorhanden, da fast alle farblosen Zellen der Epidermis angehören; oberhalb der Leitbündel liegen oft einzelne große farblose Parenchymzellen. Das Assimilationsgewebe umschließt die Leitbündel. Mechanisches Gewebe findet sich an den Blatträndern und unterhalb der größeren Leitbündel, seltener oberhalb. Leitbündel wie bei der Scheide ohne Mestomscheide.

Andropogon contortus L. var. Allionii, Hackel. Monogr. S. 587. — Otawi fontein. (Karstfeld); peren.

Blattscheide.

Die Epidermis der Innenseite besteht aus großen, zartwandigen Langzellen mit gewellten Seitenwänden und Spaltöffnungen.

Epidermis der Außenseite. Über parenchymatischem Gewebe Langzellen mit stark gewellten Seitenwänden, Spaltöffnungen, kurzen Korkzellen, zahlreichen Stachelhaaren und zylindrischen Winkelhaaren. Über mechanischem Gewebe sehr viel schmalere Langzellen, längere oder kürzere Korkzellen und hantelförmige Kieselzellen.

Mesophyll. Farbloses Parenchym zieht sich an der Innenseite der Scheide entlang und erreicht in der Mittelrippe eine mächtige Ausbildung. Das Assimilationsgewebe liegt auch hier nach der Außenseite zu gedrängt und schließt sich an die Leitbündel an. Mechanisches Gewebe außen-, seltener auch innenseits der Leitbündel. Letztere ohne Mestomscheide, die

bei größeren Leitbündeln durch die verdickte Parenchymscheide vertreten wird.

Blattspreite ohne Rippenbildung.

Die Epidermis der Oberseite besteht aus ziemlich vergrößerten Zellen, die in der Mittelrippe eine Gruppe großer Gelenkzellen bilden. Die übrigen über Parenchym gelegenen Langzellen haben gewellte Seitenwände und sind mit — meist je 1 — papillenartiger Ausstülpung versehen, namentlich neben den oft vorspringenden Spaltöffnungen; zwischen ihnen finden sich Korkkurzzellen, Stachel- und zylindrische Winkelhaare. Die Epidermis über mechanischem Gewebe besteht zumeist aus Zellreihen, in denen Korkzellen mit hantelförmigen Kieselzellen abwechseln. Die letzteren sind oft durch Stachelhaare ersetzt.

Epidermis der Unterseite. Die Zellen über Parenchym sind im Querschnitt nicht ganz so weitlumig wie die der Oberseite; die Gelenkzellen der Mittelrippe fehlen naturgemäß hier; sonst Übereinstimmung mit der Epidermis der Oberseite.

Mesophyll. Farbloses Parenchym scheint ganz zu fehlen. Assimilationsgewebe ähnlich wie bei *Elionurus argenteus*. Mechanisches Gewebe findet sich in größerer Menge unterseits des Leitbündels der Mittelrippe. Sonst kommt es außer an den Blatträndern ober- und unterseits der Leitbündel vor; bei kleineren kann es fehlen. Leitbündel ohne Mestomscheide.

Andropogon papillosus Hochst. Hackel Monogr. S. 573. Otawifontein (Karstfeld); peren.

Blattscheide.

Die Epidermis der Innenseite besteht ebenfalls aus Langzellen mit schwach gewellten Seitenwänden und Spaltöffnungen.

Epidermis der Außenseite. Über Parenchym Langzellen mit stark gewellten Seitenwänden, Spaltöffnungen, Paare von Kork- und Kieselzellen, Stachel- und zylindrische Winkelhaare. Über mechanischem Gewebe außer schmalen Langzellen kurze, plattenförmige Korkzellen und Kieselzellen von Kreuz- bis Hantelform.

Mesophyll. Die stark verbreiterte Mittelrippe bei *Andropogon contortus* fehlt. Farbloses Parenchym liegt an der Innenseite und zwischen den Leitbündeln bis zur Außenseite hin. Assimilationsgewebe, mechanisches Gewebe und Leitbündel wie bei *Andropogon contortus*.

Blattspreite. Keine Rippung. Gelenkzellen nur oberseits, aber nicht in der Mittelrippe.

Epidermis der Oberseite. Die Gelenkzellen liegen zwischen den größeren und oberhalb der kleineren Leitbündel; nicht selten finden sich zwischen ihnen lange Polsterhaare. Die übrigen Reihen über Parenchym bestehen aus Langzellen mit gewellten Seitenwänden und Papillen, aus Spaltöffnungen, Korkkurzzellen, Stachel- und zylindrischen Winkelhaaren. Die Reihen über

mechanischem Gewebe stimmen mit denen der Scheidenaußenseiten überein, auch in der Form der Kieselzellen.

Die Epidermis der Unterseite ist reichlich mit Papillen besetzt; namentlich die Langzellen, welche die zahlreichen Spaltöffnungen führen, haben meist je einen Papillenfortsatz. Zylindrische Winkelhaare und Stachelhaare sind vorhanden. Die Kieselzellen sind wiederum typische Kreuzzellen, die alle Übergänge bis zu typischen Hantelzellen aufweisen.

Mesophyll. Farbloses Parenchym findet sich oft in der Mittelrippe, ferner häufig oberhalb der Leitbündel und zwischen ihnen. Sonst Übereinstimmung mit *Andropogon contortus.*

Paniceae.

Pennisetum cenchroides Rich. in Pers. Syn. I. S. 72. — Otawifontein (Karstfeld); peren.

Blattscheide zeigt auf der Außenseite Rippenbildung.

Die Epidermis der Innenseite besteht aus Langzellen mit glatten oder schwach gewellten Seitenwänden und Spaltöffnungen.

Epidermis der Außenseite. Die über Parenchym gelegenen, die Nischen der Rinnen bildenden Epidermiszellen sind stark blasenförmig vergrößert; es sind Langzellen mit gewellten bis glatten Seitenwänden, zwischen denen Stachel- und zylindrische Winkelhaare vorkommen. Die Spaltöffnungen liegen an den Rändern der Rinnen, bisweilen etwas vorragend. Über mechanischem Gewebe finden sich hantelförmige Kieselzellen, ferner Korkzellen und zum Teil recht große Stachelhaare.

Das Mesophyll enthält in ganz besonderer Menge farbloses Parenchym, das namentlich in der Mitte der Scheide stark ausgeprägt ist und ihre Dicke bedingt. Das Assimilationsgewebe wird gebildet von der Parenchymscheide und den sich anschließenden palissadenförmig gestalteten Zellen. Mechanisches Gewebe ist außenseits der Leitbündel vorhanden, meist auch in kleineren Mengen und als weniger stark verdickte Zellen an entsprechenden Stellen der Innenepidermis. Die Leitbündel entbehren einer Mestomscheide; dafür ist das Phloem meist vollkommen für sich mit einem Ring stark verholzter Zellen umschlossen.

Die Blattspreite hat einen von den übrigen Gräsern in mancherlei Beziehung abweichenden Bau. Die Mittelrippe ist durch das Vorhandensein von zahlreichem farblosen Parenchym sehr vergrößert. Die Spreite ist ober- und unterseits gerippt, doch so, daß nicht wie gewöhnlich sich je zwei Vertiefungen entsprechen, sondern daß in der Regel eine Rinne der Oberseite einer Vorwölbung der Unterseite entspricht und umgekehrt. So liegen die Gelenkzellgruppen zwar auch hier zwischen je zwei Leitbündeln, aber zugleich ober- bzw. unterhalb eines dritten Leitbündels, je nachdem es sich um Ober- oder Unterseite der Spreite handelt. Die Epidermiszellen sind bis auf die über mechanischem Gewebe gelegenen recht erheblich ver-

größert; die Spaltöffnungen an den Seiten der Rillen treten bei prall gefüllten Blasenzellen etwas über das Niveau der übrigen Zellen hervor.

Die Epidermen der Ober- und Unterseite sind ähnlich und stimmen in vielen Punkten mit der Scheidenaußenseite überein. Zylindrische Winkelhaare sind beiderseits vorhanden, ebenso Hantelzellen; letztere häufig stark verkürzt und sich so der Form von Kreuzzellen nähernd. Haarbildungen sind schwach. Die zwischen den Gelenkzellen vereinzelt sich findenden Stachelhaare sind an der Wurzel schwach getüpfelt.

Mesophyll. Farbloses Parenchym ist zum größten Teil auf die große Mittelrippe beschränkt. Das Assimilationsgewebe umgibt die Leitbündel in Form einer Parenchymscheide und Palissadenzellen und zieht sich infolge der oben beschriebenen Lage der Leitbündel in einem zickzackartigen Band durch die Spreite hin. Mechanisches Gewebe an den Blatträndern und ober- und unterseits der größeren Leitbündel; bei kleineren nur ober- oder unterseits oder ganz fehlend. Die Oberseite der Mittelrippe enthält nicht ein kontinuierliches Band mechanischen Gewebes, sondern nur einzelne kleinere Gruppen von Zellen mit mehr oder weniger stark verdickten Wänden. Leitbündel wie bei der Scheide.

Panicum repens L. Spec. Plant., ed. II. S. 87. — Otawifontein (Karstfeld); peren.

Blattscheide durch Rippung der Außenseite ausgezeichnet.

Die Epidermis der Innenseite besteht aus Langzellen mit glatten Seitenwänden und Spaltöffnungen.

Epidermis der Außenseite. Die Reihen über Parenchym bestehen aus Langzellen mit gewellten Seitenwänden und enthalten Stachel- und zylindrische Winkelhaare, die seitlichen Reihen Spaltöffnungen. Die Reihen über mechanischem Gewebe bestehen aus schmalen Langzellen, Korkkurzzellen und Kieselzellen. Letztere sind Kreuzzellen, die teilweise verlängert sind und sich Hantelformen nähern.

Mesophyll. Die Leitbündel sind umgeben von einer Mestom- und chlorophyllhaltigen Parenchymscheide; an letztere schließt sich mehr oder weniger deutlich ausgeprägtes Palissadenparenchym an. Zwischen den Leitbündeln und an der Innenseite liegt farbloses Parenchym. Mechanisches Gewebe, wo vorhanden, außen- und innenseits der Leitbündel.

Die Blattspreite ist in ihren unteren Teilen mit einer vergrößerten Mittelrippe versehen; sie ist ober- und unterseits gerippt und beiderseits mit Gelenkzellen versehen, oberseits mit stark vergrößerten.

Die Epidermis der Oberseite ist ausgezeichnet durch ihren außerordentlichen Reichtum an Papillen, welche mit dazu beitragen, die an den Seiten der Rillen befindlichen Spaltöffnungen zu schützen. Die Zellen über mechanischem Gewebe sind von derselben Form wie bei der Scheidenaußenseite. An Haarbildungen kommen zylindrische Winkelhaare und sehr vereinzelt über mechanischem Gewebe Stachelhaare vor.

Bei der Epidermis der Unterseite sind ebenfalls zu unterscheiden Gelenkzellreihen, die an sie grenzenden Langzellen mit gewellten Seitenwänden und Spaltöffnungen und die Zellreihen über mechanischem Gewebe wie bei der Oberseite. An Haaren sind vertreten über Parenchym zylindrische Winkelhaare und Stachelhaare, letztere oft zwischen den gelenkzellartig vergrößerten Zellen.

Mesophyll. Farbloses Parenchym ist zumeist auf die Mittelrippe beschränkt und findet sich hier in größerer oder geringerer Menge je nach der Höhe des Querschnitts. Das Assimilationsgewebe wird gebildet durch die Parenchymscheide mit verhältnismäßig dicken Wänden und die sich anschließenden Palissadenzellen. Mechanisches Gewebe findet sich in größerer Menge an den Blatträndern, in kleinerer häufig ober- und unterhalb der Leitbündel. Leitbündel mit Mestomscheide.

Panicum nigropedatum Munro ex Hiern in Trans. Linn. Soc. ser. 2. II. S. 29. — Flora Cap. VII. S. 388. — Otawifontein (Karstfeld); peren.

Blattscheide neigt außenseits ebenfalls zur Rippenbildung.

Epidermis der Innenseite wie bei *Panicum repens.*

Die Epidermis der Außenseite zeigt mancherlei Abweichungen von der vorigen Art. Die über Parenchym gelegenen Reihen sind reicher an Haarbildungen, besonders an Stachelhärchen; zylindrische Winkelhaare wie dort, außerdem Borstenhaare. Die Kieselzellen über mechanischem Gewebe sind mehr hantelförmig und seltener. Sonst Übereinstimmung.

Mesophyll wie bei *Panicum repens.*

Blattspreite.

Die Epidermis der Oberseite hat keine Papillen, dafür aber, namentlich über Parenchym, zahlreiche Stachelhaare. Die Kieselzellen sind auch hier wie bei der Scheidenaußenseite fast durchweg hantelförmig. In der Form der Winkelhaare und der übrigen Merkmale Übereinstimmung mit *Panicum repens.*

Die Epidermis der Unterseite unterscheidet sich von der der vorigen Art nur durch die mehr verkümmerten und hantelartig gestalteten Formen der Kieselzellen. Am Blattrand finden sich starke Borstenhaare.

Mesophyll wie bei *Panicum repens*; nur ist das mechanische Gewebe spärlicher ausgebildet und fehlt ober- und unterseits der sekundären Leitbündel meist ganz.

Panicum trichopus Hochst. in Flora 1844 S. 254. — Otawifontein (Karstfeld); peren.

Die Blattscheide ist außenseits gerippt und stimmt in ihrem Bau mit dem von *Panicum repens* überein bis auf kleine Abweichungen bei der Epidermis der Außenseite, wo die Langzellen über Parenchym breiter sind und stärker gewellte Seitenwände besitzen, und wo stellenweise aus

vorspringenden Epidermiszellen Polsterhaare vorkommen. Außerdem ist mehr farbloses Parenchym vorhanden, besonders in der Mittelrippe.

Die Blattspreite unterscheidet sich von den beiden vorigen Arten einmal durch die erheblichere Breite und dann durch das Vorhandensein von größeren Polsterhaaren ober- und unterseits und besonders an den Blatträndern. Die Spaltöffnungen ragen oft vor.

Die Epidermis der Oberseite, der die Papillen fehlen, ähnelt mehr der von *Panicum nigropedatum.* Stachelhaare sind seltener, dafür finden sich die aus den dann stark vorgewölbten Gelenkzellen entspringenden Polsterhaare. Durch das noch zahlreichere Vorhandensein der letzteren an der Epidermis der Unterseite unterscheidet sich diese von der der beiden anderen Arten.

Das Mesophyll ist gebaut wie bei *Panicum repens*, hat aber eine vergrößertere Mittelrippe; mechanisches Gewebe findet sich in kleinen Mengen meist auch ober- und unterseits der sekundären Leitbündel.

Tricholaena rosea Nees. Cat. Sem. Hort. Vratisl. 1835. — Flora Cap. VII. S. 443. — Otawifontein (Karstfeld); peren.

Zeigt in vielen Punkten Ähnlichkeit mit den *Panicum*-Arten, weswegen ein Verweis auf diese erlaubt sein möge.

Blattscheide außenseits deutlich gerippt.

Epidermis der Innenseite wie bei den drei untersuchten *Panicum*-Arten.

Epidermis der Außenseite. Die Reihen über Parenchym führen Langzellen mit gewellten Seitenwänden, dazwischen meist Paare von kurzen Kork- und Kieselzellen, letztere oft zu Stachelhaaren umgebildet, Spaltöffnungen und zylindrische Winkelhaare. Die über mechanischem Gewebe gelegenen Kieselzellen sind hantelförmig.

Das Mesophyll stimmt ebenfalls mit den *Panicum*-Arten überein; an den unteren Teilen findet sich viel mechanisches Gewebe, das innenseits zu einem geschlossenen Ring werden kann.

Die Blattspreite ist unterseits gerippt; die den Gelenkzellen der Oberseite entsprechenden Zellen der Blattunterseite sind oft auch vergrößert.

Epidermis der Oberseite. Die Reihen über Parenchym bestehen aus den Gelenkzellen und den sich seitlich an sie anschließenden und die Spaltöffnungen führenden Langzellen mit gewellten Seitenwänden. Diese und die Reihen über mechanischem Gewebe mit typischen Hantelzellen enthalten Stachelhaare, während aus den Gelenkzellen andere verlängerte, aber auch dickwandige Borstenhaare entspringen, die oft nach einer Seite gekrümmt sind und, wie man aus ihrer Stellung in den Gelenkzellen und der Tüpfelung ihrer zwiebelartig verdickten Basis wohl schließen darf, irgendwie mit der Transpiration in Beziehung stehen dürften. Winkelhaare sind verhältnismäßig selten.

Die Epidermis der Unterseite ähnelt der der Scheidenaußenseite; die

schon dort zahlreichen Stachelhaare sind hier in noch größerer Anzahl vertreten.

Das Mesophyll enthält ebenfalls farbloses Parenchym in der schwach vergrößerten Mittelrippe, in kleinen Mengen findet es sich zwischen den Leitbündeln. Das Assimilationsgewebe wird gebildet durch die Parenchymscheide und die sich anschließenden mehr oder weniger deutlich palissadenförmigen Zelten. Mechanisches Gewebe ober- und unterseits der Leitbündel und an den Blatträndern; bei kleineren Leitbündeln fehlt es meist oberseits, wo dann auch die darüber gelegenen Epidermiszellen recht ansehnlich vergrößert sind. Leitbündel mit Mestomscheide.

Tricholaena rosea. — Farm Gras (Groß-Namaland); ann.

Das ganze Blatt ist weniger kräftig ausgebildet als das der aus Otawifontein stammenden Art.

Die Blattscheide unterscheidet sich von der vorigen nur in wenigen Punkten der Außenepidermis. Hier sind einmal die Bildungen an Stachel- und zylindrischen Winkelhaaren häufiger, und ferner finden sich gelegentlich aus über Parenchym gelegenen, nach außen stark vergrößerten Zellen entspringende Polsterhaare.

Auch bei der Blattspreite sind die Haare zahlreicher ausgebildet, besonders an der Unterseite, wo außer den zahlreichen Stachel- und Winkelhaaren auch gelegentlich über Parenchym längere Borstenhaare vorkommen, ähnlich denen der Oberseite.

Eine durch farbloses Parenchym vergrößerte Mittelrippe ist nicht vorhanden.

Setaria verticillata P. B. Essai Agrostr. S. 51. — Farm Gras (Groß-Namaland); ann.

An der Blattscheide wäre als abweichend von *Panicum repens* hervorzuheben die Außenepidermis, deren Langzellen sich an den Enden verjüngen. An Haarbildungen sind nur zylindrische Winkelhaare vorhanden; Stachelhaare fehlen; höchstens finden sich zwischen den Langzellen über Parenchym kleine spitzige Vorstülpungen. Die Spaltöffnungen sind meist vorragend. Die Reihen über mechanischem Gewebe enthalten typische Hantel- und flache Korkkurzzellen.

Das Mesophyll enthält viel farbloses Parenchym. Leitbündel ohne Mestomscheide. Bei der mit vergrößerter Mittelrippe versehenen Blattspreite fällt vor allem auf, daß, abgesehen von den Stellen, wo die primären Leitbündel sich finden, die Epidermiszellen der Ober- und Unterseite so weitlumig und vergrößert sind, daß jede Epidermis für sich im Querschnitt etwa die gleiche Breite hat wie das übrig bleibende Mesophyll, das sich gewissermaßen als schmales Band zwischen den beiden Epidermen hinzieht. So fehlen auch Gelenkzellen bis auf oft ein Paar an der Oberseite jederseits der vergrößerten Mittelrippe, und ferner fehlt vollständig die Rippenbildung. Das Bestreben zur Vergrößerung der Epidermiszellen,

was unmittelbar zusammenhängt mit dem Schwinden des mechanischen Gewebes — wie denn auch bei *Setaria verticillata* Sklerenchym meist nur den größeren Leitbündeln zukommt — zeigte sich besonders gut bei den untersuchten *Paniceen* und ist bei dieser Pflanze auf die Spitze getrieben.

Die Epidermen der Ober- und Unterseite sind, wie nach dem Querschnitt zu erwarten, im wesentlichen gleich gebaut. Die Spaltöffnungen ragen oft weit über die Oberfläche vor, ähnlich wie bei *Pennisetum cenchroides*. Die über Parenchym gelegenen Langzellen enthalten außer den zylindrischen Winkelhaaren die aus langen, korbartig vorspringenden Epidermiszellen entspringenden Polsterhaare. Die über mechanischem Gewebe häufig nur eine Reihe bildenden Zellen bestehen aus hantelförmigen Kiesel- und kurzen Korkzellen, erstere oft zu starken Stachel-, letztere oft zu zylindrischen Winkelhaaren umgebildet.

Mesophyll. Farbloses Parenchym in der Mittelrippe, assimilierendes Gewebe als Parenchymscheide und die sich seitlich an sie anschließenden Zellen; mechanisches Gewebe an den Blatträndern und ober- und unterseits der größeren, selten der kleinen Leitbündel. Leitbündel ohne Mestomscheide.

Setaria aurea Hochst. ex A. Braun in Flora 1841, S. 276. — Otawifontein (Karstfeld); ann. o. peren.

Die Blattscheide, welche meist mit Luftgängen versehen ist und in ihren oberen Teilen auffallend der Blattspreite ähnelt, ist ausgezeichnet durch besonders weitlumige Epidermiszellen, namentlich der Außenseite, wo dann auch die Spaltöffnungen oft hervortreten. Außerdem hat die Außenepidermis besonders stark verdickte Außenwände und Kutikula, ihre ebenfalls sich an den Enden verjüngenden Langzellen sind meist ganz ungewellt, die Spaltöffnungen größer und schmaler als bei der vorigen Art. Die Kieselzellen sind ebenfalls hantelförmig, an Haaren sind nur zylindrische Winkelhaare vertreten.

Das Mesophyll ist ähnlich wie bei *Setaria verticillata*; den Leitbündeln fehlt auch hier die Mestomscheide, dafür ist die Parenchymscheide meist verdickt.

Die Blattspreite ist ebenfalls durch ihre großen weitlumigen Epidermiszellen ausgezeichnet, die an Größe fast noch die der vorigen Art übertreffen, namentlich an der Unterseite der Mittelrippe. Eigentliche Gelenkzellen jederseits der vergrößerten Mittelrippe sind nicht zu unterscheiden. Auch hier sind die Außenwände, besonders die der Epidermiszellen der Unterseite stark verdickt.

Die beiden Epidermen der Spreite stimmen wieder fast ganz überein; die Langzellen sind gebaut wie bei der Scheide. Die Reihen über mechanischem Gewebe mit Hantel- und Korkzellen enthalten zylindrische Winkel- und Stachelhaare, letztere auf der Oberseite sehr viel zahlreicher als auf der Unterseite. Über Parenchym finden sich an Haaren außer zylindrischen

Winkelhaaren die bei *Setaria verticillata* häufiger vorkommenden Polsterhaare meist nur auf der Oberseite des untersten dem Blattgrund sich nähernden Teiles der Spreite. Spaltöffnungen meist vorragend.

Das Mesophyll ist gebaut wie bei der vorigen Art. Auch hier ist in den unteren Blattteilen eine durch viel farbloses Parenchym vergrößerte Mittelrippe vorhanden, an deren Oberseite sich aber kleinere Sklerenchymbündel finden. Das große Leitbündel der Mittelrippe ist von dem unterseits gelegenen mechanischen Gewebe durch farbloses Parenchym getrennt zum Unterschied von *Setaria verticillata.*

Zoysieae.

Anthephora pubescens Nees. Fl. Afr. Austr. S. 74. — Zwischen Okahandja und Waterberg (Damaraland); peren.

Blattscheide außenseits gerippt.

Die Epidermis der Innenseite besteht aus Langzellen mit glatten Seitenwänden und Spaltöffnungen.

Epidermis der Außenseite. Die Langzellen haben ebenfalls meist glatte Seitenwände. Die Reihen über Parenchym enthalten Spaltöffnungen, Stachelhaare, Weichhaare, Polsterhaare und zylindrische Winkelhaare. Die Reihen über mechanischem Gewebe führen oft abwechselnd Kieselzellen in Hantelform und Korkzellen. Statt ersterer finden sich gelegentlich Stachelhaare, die sonst ebenso wie die zylindrischen Winkelhaare vornehmlich beim Übergang der Reihen über mechanischem Gewebe zu denen über Parenchym vorkommen.

Mesophyll. Die Hauptmasse bildet farbloses Parenchym. Das Assimilationsgewebe schließt sich an die Leitbündel an. Außenseits der letzteren findet sich in größeren vorspringenden Bündeln mechanisches Gewebe, in kleineren Mengen an der Innenepidermis. Die fehlende Mestomscheide wird bei den größeren Leitbündeln ersetzt durch die verdickte Parenchymscheide; das Phloem ist oft durch eine eigene Sklerenchymscheide geschützt.

Blattspreite mit stark vergrößerter Mittelrippe. Die übrige Lamina zeigt unterseits Rippenbildung infolge des starken Hervortretens des unterseits der Leitbündel gelegenen mechanischen Gewebes. An der Oberseite dagegen findet sich mechanisches Gewebe nur über den größeren Leitbündeln. Bis auf diese Stellen sind dann die übrigen Epidermiszellen äußerst stark vergrößert.

Epidermis der Oberseite. Zwischen den eben genannten stark vergrößerten Zellen liegen Polster-, zahlreiche Weich- und Stachelhaare und Spaltöffnungen, deren Oberfläche tiefer liegt als die übrige Epidermis, während ihre Mitten etwa in gleicher Höhe stehen mit den Zentren der sie umschließenden Zellen. Die Reihen über mechanischem Gewebe enthalten Kieselzellen von Hantelform, die bisweilen auch plattere Gestaltungen

annehmen, Korkkurzzellen, Stachelhaare und zylindrische Winkelhaare; letztere wieder hauptsächlich in den Übergangsreihen.

Epidermis der Unterseite. Die Reihen über mechanischem Gewebe führen zahlreiche Stachelhaare, die über Parenchym Polster- und Weichhaare, die zwischen beiden gelegenen vornehmlich Winkelhaare. Da, wie bereits erwähnt, durch das vorspringende mechanische Gewebe Rippenbildung eintritt, entstehen oft zwischen den Vorsprüngen nischenartige Vertiefungen, deren Epidermiszellen äußerst zahlreiche Spaltöffnungen einschließen. Häufig sind diese Zellen auch stark nach außen gewölbt, und es entspringen aus ihnen lange Polsterhaare.

Mesophyll. Farbloses Parenchym findet sich in großer Menge nur in der vergrößerten Mittelrippe. Das Assimilationsgewebe wird gebildet durch die Parenchymscheide und die sich anschließenden palissadenartigen Zellen. Mechanisches Gewebe ist vertreten in größerer Menge unterseits, seltener oberseits der Leitbündel, ferner an den Blatträndern und in einigen kleinen Bündeln an der Oberseite der Mittelrippe. Den Leitbündeln fehlt eine Mestomscheide.

Anthephora Hochstetteri Nees in Flora 1844. S. 249. — Otawifontein (Karstfeld); peren.

Das Blatt dieser Art unterscheidet sich von dem der vorigen vornehmlich in 3 Punkten: Es ist stärker und kräftiger gebaut; die zahlreichen langen Weichhaare, welche die Blattoberfläche der vorigen Art sammetweich erscheinen ließen, fehlen, statt dessen sind die Epidermen bis auf die der Scheideninnenseite mit vielen Stachelhaaren besetzt, so daß ein Herüberstreichen mit der Hand ein raspelartiges Gefühl hervorruft. Ein dritter im Querschnitt besonders auffälliger Unterschied wird bedingt durch das mechanische Gewebe, welches in größerer Menge vorhanden als dort streifenförmig weit über das Niveau der Oberfläche bei Scheidenaußen- und Spreitenober- und -unterseite hervortritt. — Wie bei der vorigen Art ist auch hier eine meist mestomscheidenartig ausgebildete Parenchymscheide vorhanden, während eine eigentliche Mestomscheide fehlt.

Blattscheide.

Der Bau der Epidermis der Innenseite ist wie bei *Anthephora pubescens*; nur sind die Spaltöffnungen schwach eingesenkt.

Die Epidermis der Außenseite enthält spitz zulaufende Langzellen mit glatten Seitenwänden, dazwischen sehr regelmäßig Stachelhaare. Auch die Reihen über mechanischem Gewebe enthalten zahlreiche Stachelhaare neben den Kork- und Kieselzellen von derselben Form wie bei der vorigen Art. An den Rändern der durch das vorspringende mechanische Gewebe gebildeten Rinnen sind Spaltöffnungen und zylindrische Winkelhaare anzutreffen.

Mesophyll wie bei *Anthephora pubescens.* Das hier besonders große

und durch eine starke Sklerenchymscheide geschützte Phloem der größeren Leitbündel ist häufig durch einen Riß zerspalten.

Blattspreite.

Die Epidermis der Oberseite gleicht in ihrem Bau im wesentlichen der vorigen Art. Polster- und Weichhaare fehlen.

Auch die Epidermis der Unterseite ähnelt der von *Anthephora pubescens*. Sie hat über Parenchym Langzellen mit schwach gewellten Seitenwänden. Ganz besonders zahlreich sind Stachelhaare vorhanden; auffallend ist auch hier die große Anzahl von Spaltöffnungen.

Das Mesophyll ist bis auf das reichlichere Vorhandensein von mechanischem Gewebe ebenso gebaut wie bei der vorigen Art; die große Mittelrippe ist noch stärker ausgeprägt.

Anthephora undulatifolia Hackel in Bull. Herb. Boiss. IV. App. III. S. *12.* — Sandfeld Kalkpfanne (Damaraland); ann.

Die bei der vorigen Art beschriebenen Vorsprünge mechanischen Gewebes finden sich auch hier bei Scheide und Spreite, aber bei weitem nicht so stark ausgebildet; sie fehlen auch zumeist der Spreitenoberseite. Zum Unterschied von der vorigen Art hat diese Pflanze wie *Anthephora pubescens*, freilich in sehr viel geringerer Anzahl, außer Stachel- und Winkelhaaren auch Polster- und Weichhaare. Die Epidermiszellen der Spreitenunterseite beginnen sich zu vergrößern und an Größe sich stellenweise denen der Oberseite zu nähern. Die Epidermiszellen an der Oberseite der Mittelrippe sind ebenfalls blasenartig vergrößert, und es findet sich nur ein kleines Sklerenchymbündel oberhalb des mittelsten Leitbündels.

Blattscheide.

Epidermis der Innenseite wie bei *Anthephora pubescens*.

Die Epidermis der Außenseite ähnelt der der vorigen Art. Die Langzellen sind meist schwach gewellt und enthalten Kutikularwärzchen. An Haarbildungen finden sich zahlreiche Stachelhaare, ferner zylindrische Winkelhaare und vereinzelt Polsterhaare.

Das Mesophyll ist gebaut wie bei den andern beiden *Anthephora*-Arten und enthält besonders große farblose Parenchymzellen.

Blattspreite.

Die Epidermis der Oberseite stimmt in den Einzelheiten zumeist mit der von *Anthephora pubescens* überein. Doch sind die Reihen über mechanischem Gewebe äußerst beschränkt und die hantelförmigen Kieselzellen zarter gebaut.

Die Epidermis der Unterseite ähnelt infolge Größerwerdens ihrer Zellen der der Oberseite. Die Langzellen haben meist schwach gewellte Seitenwände. Die Reihen über mechanischem Gewebe treten auch hier stark zurück. An Haaren finden sich außer zylindrischen Winkelhaaren Weichhaare und Stachelhaare, letztere den beiden anderen Arten gegenüber in

sehr beschränkter Zahl, und vielleicht auch Polsterhaare. Die Spaltöffnungen zwischen den vergrößerten Zellen stehen in der Ebene oder sind eingesenkt. Kutikularwärzchen sind häufig.

Das Mesophyll weicht von dem der vorigen Art ab nur in der hier nicht so stark vergrößerten Mittelrippe und dem schon besprochenen geringeren Vorhandensein mechanischen Gewebes.

Tragus racemosus All. — Stapf in Flora Cap. Vol. VII. S. 577. Rand der Kalkpfanne (Damaraland); ann.

Blattscheide zart und dünn.

Die Epidermis der Innenseite besteht aus zarten Langzellen, von denen die schmaleren über mechanischem Gewebe meist glatte Seitenwände haben, während die der breiteren über Parenchym gewellt sind. Zwischen den letzteren Spaltöffnungen.

Epidermis der Außenseite. Die Reihen über mechanischem Gewebe enthalten Kieselzellen von typischer Sattelform und Korkkurzzellen, meist abwechselnd; die über Parenchym bestehen aus Langzellen mit stark gewellten Seitenwänden und oft Kutispapillen, zwischen denen sich Spaltöffnungen finden und die häufig mit Paaren von glatten Kork- und Kieselzellen abwechseln; letztere oft auch von Sattelform. Außerdem führen diese Reihen Stachelhaare und keulige, fast kugelige, breite Winkelhaare im Gegensatz zu den *Anthephora*-Arten derselben Familie (vergl. *Sporobolus*) (s. Fig. 1 *B 3*, S. 3).

Mesophyll. Farbloses Parenchym verhältnismäßig wenig zahlreich an der Innenseite und zwischen den Leitbündeln. Das Assimilationsgewebe besteht aus der Parenchymscheide und Palissadenzellen. Es wird außen- und innenseits oft verdrängt durch mechanisches Gewebe, das sonst auch außenseits in Gruppen zwischen den Leitbündeln vorkommt; letztere mit Mestomscheide.

Blattspreite unterseits schwach gerippt, ohne vergrößerte Mittelrippe, erinnert an die später zu beschreibenden *Sporobolus*-Arten, besonders im Bau der

Epidermis der Oberseite. Zwischen je 2 Leitbündeln eine Gelenkzellgruppe, die häufig über das Niveau der übrigen Epidermis hervortritt. Sie wie auch die übrigen Langzellen sind mit zahlreichen Kutispapillen besetzt, ein Schutz für die Spaltöffnungen. Die Kieselzellen sind zumeist typische Sattelzellen, doch kommen in schmäleren Reihen Umbildungen zu Hantelformen vor. An Haaren finden sich die keuligen Winkelhaare der Scheide und Stachelhaare; letztere sind am Blattrande stark vergrößert und, wie auch Grob bemerkt, von einer »mehrschichtigen Zellscheide« umgeben (6).

Die Epidermis der Unterseite besteht aus sehr regelmäßigen Reihen von über Parenchym gelegenen Langzellen mit gewellten Seitenwänden und sehr schwachen Kutispapillen, die Spaltöffnungen und wenig Winkelhaare der oben beschriebenen Form enthalten, und den Reihen über mecha-

nischem Gewebe, die sich von denen der Scheidenaußenseite nur durch ihren Reichtum an Stachelhaaren unterscheiden.

Mesophyll. Farbloses Parenchym findet sich in sehr geringer Menge. Das Assimilationsgewebe wird gebildet durch die Parenchymscheide und die Palissadenzellen. Mechanisches Gewebe am Blattrand und ober- und unterhalb der Leitbündel; letztere mit Mestomscheide.

Agrostideae.

Aristida uniplumis Lichtenst. in Boem et Schult. Syst. II. S. 401. — Etaneno (Karstfeld); peren.

Blattscheide.

Die Epidermis der Innenseite besteht aus Langzellen mit glatten Seitenwänden und Spaltöffnungen.

Die Epidermis der Außenseite hat stark verdickte Außenwände. Die Langzellen über Parenchym sind mit ihren stark gewellten und außerordentlich dicken Seitenwänden mit einander verkettet; zwischen ihnen liegen Spaltöffnungen, häufig Korkkurzzellen und zylindrische Winkelhaare. Die Reihen über mechanischem Gewebe enthalten schmale Langzellen, Stachelhaare und meist zu Paaren angeordnete Korkkurzzellen und Kieselzellen von Sattel- oder rundlichen Formen.

Mesophyll. Farbloses Parenchym an der Innenseite der Scheide und zwischen dem die Leitbündel seitlich umgebenden Assimilationsgewebe, wo sich bei älteren Scheiden Luftgänge finden. Das Assimilationsgewebe besteht aus Zellen der Parenchymscheide und Palissadenzellen. Mechanisches Gewebe außen- und in geringerer Menge oft auch innenseits der Leitbündel; letztere mit Mestomscheide.

Die Blattspreite läßt erkennen, daß es sich hier um ein Steppengras extremer Form handelt. Die Blätter sind meist eingerollt, ihre Oberseite weist tiefe Furchen und hohe Prismen auf. Am Grunde der Furchen liegen die Gelenkzellgruppen, seitlich von ihnen die Spaltöffnungen, welche überdies durch die zahlreichen Stachelhaare der Prismen vor zu großer Transpiration geschützt werden.

Epidermis der Oberseite. An die stark vergrößerten glattwandigen Gelenkzellen schließen sich seitlich die Reihen an, deren Langzellen glatte oder nur schwach gewellte Seitenwände haben, und die meist etwas vorspringende Spaltöffnungen und zylindrische Winkelhaare enthalten. Die Reihen über mechanischem Gewebe bestehen aus Langzellen, Korkkurzzellen, zahlreichen Stachelhaaren und Kieselzellen von meist Hantelform, aber auch rundlicher bis sattelförmiger Gestalt.

Die Epidermis der Unterseite hat stark verdickte und kutinisierte Außenwände. Die Reihen über Parenchym bestehen aus Langzellen mit gewellten Seitenwänden, die nicht so stark gebaut sind wie bei der Scheidenaußenseite, aus kurzen Korkzellen, Spaltöffnungen und zylindrischen Winkel-

haaren. Die Reihen über mechanischem Gewebe enthalten Stachelhaare in weit geringerer Zahl als die der Oberseite, sonst Übereinstimmung mit dieser.

Mesophyll. Farbloses Parenchym schließt sich an die Gelenkzellen an und erstreckt sich von dort oft bis zur Unterseite; ferner findet es sich oberhalb der kleinen Leitbündel. Das Assimilationsgewebe besteht aus der Parenchymscheide und den sich anschließenden Palissadenzellen. Mechanisches Gewebe findet sich in großer Menge ober- und unterseits der Leitbündel; bei den kleinen kann es oberseits fehlen und ist, wenn vorhanden, durch farbloses Parenchym von ihm getrennt. In kleinen Gruppen kommt es an den Blatträndern vor. Leitbündel mit Mestomscheide, das Phloem der primären außerdem durch eine Sklerenchymscheide geschützt. Die primären Leitbündel wechseln mit 1 bis 2 kleinen ab.

Aristida uniplumis. — Voigtsgrund (Groß-Namaland); peren.

Die Epidermis der Scheidenaußenseite, deren Zellwände mindestens ebenso kräftig sind wie die der vorigen Pflanze, enthält Stachelhaare nur in sehr geringer Anzahl; ebenso sind die Stachelhaare bei der Epidermis der Spreitenoberseite nicht so zahlreich. Sonst Übereinstimmung.

Aristida uniplumis. — Nord-Anias (Groß-Namaland); peren.

Bei der Scheidenaußenseite sind Haarbildungen häufig.

Die Spreite ist weniger xerophyt gebaut als die der beiden ersteren; mechanisches Gewebe ist in geringerer Menge vorhanden. Die Epidermis der Oberseite enthält besonders zahlreich Stachelhaare, die häufig gekrümmt sind. Die Langzellen, welche die Spaltöffnungen umgeben, haben erheblich stärker gewellte Seitenwände. Sonst Übereinstimmung.

Aristida uniplumis. — Streitdamm (Groß-Namaland); peren.

Der Scheidenaußenseite fehlen Stachelhaare fast ganz.

Die meist recht schmale Spreite der von mir untersuchten Pflanze enthielt nur 3 primäre Leitbündel, dazwischen 1 bis 2 kleinere, während die vorigen 5 primäre enthielten. Mechanisches Gewebe ist reichlich vertreten, Stachelhaare auf der Oberseite sind ziemlich zahlreich. Die Langzellen über Parenchym sind gewellt wie bei der aus Nord-Anias stammenden Art. Sonst Übereinstimmung.

Aristida ciliata Desf. in Schrader Neues Journal III. S. 255. — Streitdamm (Groß-Namaland); peren.

Blattscheide.

Die Epidermis der Innenseite besteht aus meist glattwandigen Langzellen und schwach eingesenkten Spaltöffnungen.

Die Epidermis der Außenseite ist kräftig gebaut und stimmt mit der von *Aristida uniplumis* in ihren Einzelheiten überein. An Haaren finden sich wenig Stachelhaare und zylindrische Winkelhaare.

Das Mesophyll stimmt ebenfalls mit dem der vorigen Art überein.

Mechanisches Gewebe zieht sich außenseits oft auch zwischen den Leitbündeln hin.

Blattspreite.

Die Epidermis der Oberseite unterscheidet sich von der der vorigen Art besonders durch die Haarbildungen. Neben wenig zahlreichen zylindrischen Winkel- und Stachelhaaren finden sich überaus reichlich über mechanischem Gewebe lange, nach Grob wohl als Weichhaare zu bezeichnende Haare, die als besonders gut dazu geeignet scheinen, bei der normalerweise stielrund eingerollten Lage dieses äußerst xerophyten Grases die Feuchtigkeit in den so gebildeten Rinnen zurückzuhalten und die bisweilen schwach vorspringenden Spaltöffnungen zu schützen. Sonst Übereinstimmung mit der vorigen Art. Die Kieselzellen sind meist sattelförmig. Die die Spaltöffnungen umgebenden Langzellen haben meist gewellte Seitenwände.

Die Epidermis der Unterseite hat ebenfalls sehr verdickte Außenwände. Zylindrische Winkelhaare sind seltener, Stachelhaare finden sich über mechanischem und parenchymatischem Gewebe, und zwar zahlreicher als bei der Scheidenaußenseite. Die von Volkens für die *Aristida ciliata* der arabischen Wüste beschriebenen aus 4 Papillen bestehenden Schutzeinrichtungen der Spaltöffnungen fehlten (vergl. *Aristida obtusa Boschjem*).

Das Mesophyll stimmt in den Einzelheiten mit dem der vorigen Art überein, nur ist es seinem ganzen Habitus nach stärker xerophyt gebaut. Besonders gut sind die aus einer Schicht bestehenden Palissadenzellen ausgebildet.

Aristida ciliata. Keetmanshoop (Groß-Namaland); peren.

Dieses Gras stimmt in seinem Blattbau mit der eben beschriebenen Pflanze in allen Punkten überein. — Die abgestorbenen Blattscheiden, welche die Basis der Pflanze umgeben und große Luftgänge enthalten, bilden ein weiteres Schutzmittel gegen übermäßige Transpiration und dienen zugleich nach Hackel zum Aufsaugen und Festhalten von Wasser.

Aristida adcensionis L. — Flora Cap. VII S. 554. Otjitambi Karstfeld) ann. selten peren.

Blattscheide.

Epidermis der Innenseite wie bei *Aristida uniplumis.*

Die Epidermis der Außenseite ist nicht so kräftig gebaut wie die von *Aristida uniplumis* oder *ciliata*; sie enthält über parenchymatischem Gewebe Langzellen mit gewellten Seitenwänden, Spaltöffnungen und zylindrische Winkelhaare. Wesentlich anders als bei den vorigen *Aristiden* sehen die Reihen über mechanischem Gewebe aus. Die meist mit ebenfalls verlängerten Korkzellen abwechselnden Kieselzellen sind hantelförmig, deren keulige Enden oft weit aus einander gezogen sind und mehrere Kieselkörper enthalten; im Querschnitt ragen sie weit über die Oberfläche der Epidermis

vor. Statt dieser Kieselzellen finden sich oft Stachelhaare mit stark verlängerter Basis.

Das Mesophyll unterscheidet sich von dem der vorigen Arten durch den Bau der Mestom- und Parenchymscheide. Erstere hat große, wenig verdickte und Chlorophyll führende Zellen und gleicht somit mehr einer Parenchymscheide. Die Zellen der letzteren sind wesentlich kleiner und mehr zurücktretend.

Die Blattspreite ist weit weniger xerophyt gebaut als die der vorigen Arten. Hatte dort die Oberseite tiefe Furchen und hohe Prismen aufzuweisen, während bei der Unterseite keine oder nur äußerst schwache Furchen vorhanden waren, so sind hier Ober- und Unterseite gefurcht. Das mittlere primäre Leitbündel ist durch meist 5 kleine von dem nächsten primären getrennt.

Epidermis der Oberseite. An die Gelenkzellreihen zwischen je 2 Leitbündeln schließen sich Reihen von Langzellen mit gewellten aber dünnwandigeren Seitenwänden an, welche kleine Spaltöffnungen, zylindrische Winkel-, Stachel- oder Borstenhaare führen. Über mechanischem Gewebe finden sich Korkzellen und typische kurze oder lange Kieselhantelzellen; statt letzterer oft Stachel- oder Borstenhaare.

Die Epidermis der Unterseite stimmt im allgemeinen mit der der Scheidenaußenseite überein. Über Parenchym finden sich außerdem Stachelhaare und gelegentlich kleine Kieselhantelzellen und kurze Korkzellen. Die Spaltöffnungen bisweilen schwach vorspringend.

Mesophyll. Farbloses Parenchym erstreckt sich von den Gelenkzellen der Oberseite zur Unterseite, von der es oft durch kleine Sklerenchymbündel getrennt bleibt. Das Assimilationsgewebe besteht aus der bei der Scheide beschriebenen Mestom- und Parenchymscheide und aus Palissadenzellen. Mechanisches Gewebe findet sich außer an den Blatträndern und ober- und unterseits von Leitbündeln häufig auch an der Unterseite zwischen den Leitbündeln. Auch hier enthält das Phloem der primären Leitbündel meist eine Sklerenchymscheide.

Aristida barbicollis Trin et Rupr. Stip. S. 152. — Zwischen Okahandja und Waterberg (Damaraland); ann.

Blattscheide.

Die Epidermis der Innenseite besteht aus Langzellen mit glatten oder mehr oder weniger schwach gewellten Seitenwänden und Spaltöffnungen.

Epidermis der Außenseite. Ein Unterschied von den vorigen Arten besteht in den zwischen den Langzellen mit stark gewellten Seitenwänden gelegenen Spaltöffnungen, die eingesenkt und durch starke Kutispapillen geschützt sind. Auch sonst sind die Zellen mit Papillen versehen. An Haaren sind zylindrische Winkelhaare reichlich, Stachelhaare sehr selten vertreten. Die Kieselzellen sind sehr zahlreich vorhanden und zwar in

Form typischer Hantelzellen, neben denen auch andere, kurze und rundliche Formen vorkommen. Die Korkzellen sind verschieden gestaltet.

Das Mesophyll ist gebaut wie bei *Aristida adcensionis*, auch in der parenchymscheidenartig ausgebildeten Mestomscheide. An die Parenchymscheide schließen sich seitlich typisch ausgebildete Palissadenzellen an. Die Mittelrippe ist etwas vergrößert.

Die Blattspreite ist noch weniger xerophyt gebaut als die von *Aristida adcensionis*. Die Oberseite ist stark, die Unterseite sehr schwach gerippt. Gelenkzellen ebenfalls oberseits zwischen je 2 Leitbündeln.

Die Epidermis der Oberseite stimmt in den Einzelheiten mit der der vorigen Art überein, nur sind die Borstenhaare, wofern man sie überhaupt als solche gelten lassen und nicht einfach als Stachelhaare bezeichnen will, kürzer.

Die Epidermis der Unterseite unterscheidet sich nicht unerheblich von der der Scheidenaußenseite, deren Zellwände stark verdickt waren und die eingesenkte Spaltöffnungen und Papillen auswies. Sie ähnelt mehr der Spreitenepidermis der Unterseite der vorigen Art, nur daß, was mit dem viel weniger xerophyten Bau der Spreite zusammenhängt, ihre Zellen zartwandiger und Stachelhaare seltener sind, und daß über Parenchym Stachelhaare, Kiesel- und Korkzellen ganz fehlen. Die Spaltöffnungen stehen in der Ebene. Zylindrische Winkelhaare sind zahlreich.

Das Mesophyll stimmt im einzelnen mit dem von *Aristida adcensionis* überein. Mechanisches Gewebe kommt an denselben Stellen vor, aber in viel geringerer Menge, oberseits der Leitbündel kann es ganz fehlen.

Aristida obtusa Del. Fl. Egypte I. S. 175, t. 13, fig. 2. — Streitdamm (Groß-Namaland); peren.

Die Blattscheide zeichnet sich vor den anderen *Aristiden* durch starke Rippung der Außenseite aus.

Epidermis der Innenseite wie bei der vorigen Art.

Die Epidermis der Außenseite mit ihren stark verdickten Außenwänden ähnelt ganz der von *Aristida ciliata*. Die Formen der Kieselzellen sind sehr mannigfaltig; rundlich, sattelförmig, eckig, selten hantelartig.

Das Mesophyll stimmt, abgesehen von der starken Rippung der Außenseite in seinen Einzelheiten mit dem von *Aristida uniplumis* überein. Die dickwandige Parenchymscheide ist besonders gut ausgebildet.

Die Blattspreite ist wie bei *Aristida ciliata* stielrund eingerollt. Sie unterscheidet sich von ihr dadurch, daß sie im Querschnitt viel kleiner und ihre Außenseite tief gerippt ist wie die der Scheide. Auch finden sich ober- oder besser innenseits keine eigentlichen Gelenkzellen mehr.

Die Epidermis der Oberseite stimmt im wesentlichen mit der von *Aristida ciliata* überein, auch in der Art der Haarbildungen, nur daß an Stelle der fehlenden Gelenkzellen Langzellen mit gewellten Seitenwänden vorhanden sind.

Die Epidermis der Unterseite erinnert in ihren Einzelheiten ebenfalls ganz an *Aristida ciliata*, doch kommen neben sattelförmigen und rundlichen Kieselzellen auch hantelförmige vor, namentlich bei jüngeren Blättern. Die Spaltöffnungen werden meist durch kleine Papillen geschützt.

Das Mesophyll stimmt mit dem von *Aristida ciliata* überein.

Aristida obtusa. — Boschjemansland (Kapland); peren.

Bei diesem Gras ist sowohl die Scheide als auch die Spreite auf ihrer Außenseite schwächer gerippt. Der anatomische Bau ist derselbe wie bei der vorigen Pflanze, doch machen die Epidermen der Scheidenaußen- und Spreiteninnenseite einen stärker xerophyten Eindruck. Die Spaltöffnungen der Spreitenaußenseite zeigten die vier Papillen, wie sie bei Volkens für *Aristida ciliata* beschrieben sind.

Aristida namaquensis Trin. ex Steud. Nomencl. ed. II 1. S. 131. — Boschjemansland (Kapland); peren.

Blattscheide.

Die Epidermis der Innenseite besteht aus Langzellen mit gewellten Seitenwänden und Spaltöffnungen.

Die Epidermis der Außenseite ähnelt ebenfalls der von *Aristida ciliata.* Stachelhaare fehlen über parenchymatischem Gewebe fast ganz, sind dagegen zahlreicher über mechanischem Gewebe. Die Kieselzellen sind fast durchweg Sattelzellen.

Mesophyll wie bei der vorigen Art. Rippung außenseits nicht vorhanden.

Die Blattspreite ist ebenfalls stielrund eingerollt und ähnelt *Aristida ciliata*, ist nur nicht ganz so stark xerophyt. Die Außenseite ist ungerippt.

Die Epidermis der Oberseite unterscheidet sich von der ihr im übrigen ähnlichen *Aristida ciliata* dadurch, daß durchweg Stachelhaare vorhanden sind. Die Zellen über mechanischem Gewebe sind glattwandig oder nur schwach gewellt im Gegensatz zur vorigen Pflanze. Die Kieselzellen sind eckig, rundlich bis sattelförmig.

Die Epidermis der Unterseite ist der von *Aristida ciliata* sehr ähnlich. Die Langzellen über Parenchym haben stark gewellte Seitenwände und führen nicht eingesenkte Spaltöffnungen. Die Reihen über mechanischem Gewebe bestehen aus meist abwechselnd einer Langzelle und einem aus einer sattelförmigen Kiesel- und plattenförmigen Korkzelle bestehenden Paar Kurzzellen. Stachelhaare fehlen fast ganz, Winkelhaare sind sehr selten oder ganz fehlend.

Das Mesophyll ähnelt dem von *Aristida ciliata*, nur daß weniger mechanisches Gewebe vorhanden ist, besonders oberseits der meist lang gestreckten primären Leitbündel, wo oft nur einzelne Zellen verdickt sind und das mechanische Gewebe meist durch farbloses Parenchym von der Epidermis getrennt ist. Die Zellen der Mestomscheide sind oft sehr groß

und weitlumig. Auch hier findet sich um das Phloem eine Sklerenchymscheide.

Aristida namaquensis. — Streitdamm (Groß-Namaland); peren.

Bei der Scheidenaußenseite sind die Stachelhaare seltener, dagegen zahlreich zylindrische Winkelhaare vorhanden. Die Kieselzellen sind nicht so typisch sattelförmig. Die Spreite ist etwas stärker xerophyt; bei der Epidermis der Oberseite wechseln die Stachelhaare sehr regelmäßig mit viereckigen Korkzellen ab.

Sporobolus marginatus Hochst. ex A. Rich. Tent. Flor. Abyss. II. S. 397. Forma glabrior. — Orab (Groß-Namaland); peren.

Die Blattscheide ist außenseits schwach gerippt.

Die Epidermis der Innenseite besteht aus großen Langzellen mit glatten bis fein gewellten Seitenwänden und Spaltöffnungen.

Epidermis der Außenseite. Die Reihen über Parenchym bestehen aus Langzellen mit gewellten Seitenwänden, Spaltöffnungen, Paaren von kurzen Kiesel- und Korkzellen, Stachelhaaren und kurzen keuligen Winkelhaaren von der bei *Tragus racemosus* beschriebenen Form. Über mechanischem Gewebe finden sich schmale Langzellen, Stachelhaare und Paare von Kork- und Kieselkurzzellen; letztere sind flach, plattenartig bis typisch sattelförmig.

Das Mesophyll enthält oft große Luftgänge. Farbloses Parenchym liegt nach der Innen-, assimilierendes nach der Außenseite zu. Mechanisches Gewebe außenseits der Leitbündel, in kleineren Streifen bisweilen auch innenseits; außenseits bildet es oft fortlaufende Bänder, die nur an den Stellen unterbrochen sind, wo die Spaltöffnungen liegen. Die Leitbündel werden von einer Mestom-, diese von einer Parenchymscheide umgeben.

Blattspreite mit vergrößerter Mittelrippe, Gelenkzellen oberseits zwischen den Leitbündeln, Rippung ober- und unterseits.

Die Epidermis der Oberseite ist über und über mit Cutispapillen und Vorstülpungen besetzt; selbst die häufig hervorspringenden Gelenkzellen entbehren ihrer nicht. Die Spaltöffnungen werden vielfach von diesen Vorstülpungen überdeckt. Anatomisch sind dieselben Elemente wie bei der Scheidenaußenseite zu erkennen, auch die Form der Winkelhaare ist dieselbe. Die Langzellen haben weniger starke Wände; die Kieselzellen lassen Umbildungen von Sattelzellen zu kreuz- und hantelartigen Formen erkennen.

Epidermis der Unterseite. Die den Gelenkzellen der Oberseite gegenüberliegenden Zellen sind ebenfalls etwas vergrößert, aber wesentlich kleiner als die der Oberseite. Aus ihnen entspringen häufig längere Haare. Der Unterseite fehlen die zahlreichen Kutispapillen, sonst Übereinstimmung mit der Oberseite.

Mesophyll. Charakteristisch ist die vergrößerte Mittelrippe mit viel farblosen weitlumigen Parenchymzellen und einem Bastband an der Oberseite. Das Assimilationsgewebe wird gebildet durch die Parenchymscheide und die sich anschließenden Zellen. Mechanisches Gewebe ober- und unterseits der

größeren Leitbündel und an den Blatträndern. Leitbündel mit Mestomscheide.

Sporobolus nebulosus Var. planifolius Hackel, in Heer. u. Grim. Arb. d. d. Landw. Ges., Heft 197, S. 17. — Orab (Groß-Namaland); ann.

Die Blattscheide zeigt außenseits deutliche Rippenbildung und stimmt in ihrem anatomischen Bau mit der von *Sporobobus marginatus* überein.

Der Blattspreite fehlte eine vergrößerte Mittelrippe. Es ist ausgesprochene Rippenbildung vorhanden. Bis auf das, wie es scheint, gänzliche Fehlen der Stachelhaare ober- und unterseits ist der anatomische Bau derselbe wie der der vorigen Art.

Sporobulus nebulosus Hackel in Engl. Bot. Jahrb. XI, S. 402. Forma major perennis. — Groß-Barmen (Damaraland); peren.

Die Blattscheide zeigt Rippenbildung, außenseits sehr stark. Sie unterscheidet sich von der vorigen darin, daß die Kieselzellen der Außenepidermis mehr langgestreckt sind und sich hantelartigen Formen nähern und daß das Phloem der größeren Leitbündel oft durch mechanisches Gewebe in zwei seitliche Teile gespalten ist.

Die Blattspreite sieht wesentlich anders aus als die der beiden eben beschriebenen Arten. Sie ist stark gerippt und stielrund eingerollt, ähnlich wie die xerophyten *Aristiden.* Dabei entstehen außen- und innenseits Rinnen, die namentlich an der Innenseite sehr tief sind. Die Spaltöffnungen liegen an den Seiten der Rinnen und sind innenseits durch reichliche Kutispapillen geschützt.

Die Epidermis der Oberseite enthält äußerst zahlreiche Papillen, viel zahlreicher als bei den vorigen *Sporobolus*-Arten. Über mechanischem Gewebe liegen glattwandige Langzellen, die besonders zahlreich diese Papillen führen. Kiesel- und Korkzellen fehlen. Die kurzen keuligen Winkelhaare sind vorhanden. Die Gelenkzellen sind stark verkleinert und beginnen zu schwinden.

Die Epidermis der Unterseite ähnelt sehr der der vorigen Art.

Das Mesophyll zeichnet sich durch die stärkeren Bündel mechanischen Gewebes ober- und unterseits der Leitbündel aus, stimmt sonst mit den beiden ersteren *Sporololus*-Arten überein. Bei größeren Leitbündeln war wie bei der Scheide meist durch mechanisches Gewebe Phloemspaltung eingetreten in zwei seitliche Teile, die oft durch eine schmale Partie verbunden blieben.

Aveneae.

Danthonia spec. — Nanis (Groß-Namaland); peren.

Die Blattscheide ist außenseits mehr oder weniger schwach gerippt.

Die Epidermis der Innenseite besteht aus Langzellen mit meist gewellten Seitenwänden und Spaltöffnungen.

Die Epidermiszellen der Außenseite sind ganz besonders stark verdickt. Die Reihen über Parenchym bestehen aus Langzellen mit stark gewellten

dicken Seitenwänden, Spaltöffnungen, die oft durch die zahlreichen Stachelhaare geschützt sind, und kurzen Kiesel- oder Korkzellen, die über mechanischem Gewebe aus schmalen Langzellen, Kieselzellen von rundlicher, sattel- oder plattenförmiger Gestalt, platten Korkzellen und wenig Stachelhaaren. Winkelhaare scheinen hier, wie auch der Spreite, zu fehlen.

Das Mesophyll enthält farbloses Parenchym an der Innenseite und zwischen den Leitbündeln, die von einer Mestom- und Parenchymscheide umgeben werden, mechanisches Gewebe außen- und gelegentlich auch innenseits der Leitbündel und gut palissadenartig gebaute Assimilationszellen.

Die Blattspreite ist ober- und unterseits stark gerippt. Die ungefähr gleich großen Rippen sind namentlich an der Oberseite dicht mit Stachelhaaren besetzt. Die unterseits gebildeten tiefen Rillen werden durch die an den Vorsprüngen besonders seitlich sich findenden Stachelhaare, die oft nach innen gekrümmt sich über die Rinnen legen, gut geschützt. Gelenkzellen oberseits zwischen je zwei Leitbündeln; die ihnen entsprechenden Zellen der Unterseite sind auch etwas vergrößert.

Epidermis der Oberseite. An die Gelenkzellen schließen sich Reihen von Langzellen mit glatten oder gewellten Seitenwänden an, die Spaltöffnungen führen. Die Reihen über mechanischem Gewebe sind mit überaus zahlreichen Stachelhaaren besetzt; ihre Zellen haben gewellte Seitenwände und sind unregelmäßig gestaltet. Die Kieselzellen sind meist viereckig, auch rundlich, sattel- und hantelförmig.

Die Epidermis der Unterseite ähnelt der der Oberseite.

Mesophyll. Farbloses Parenchym schließt sich an die Gelenkzellen der Oberseite an und zieht sich nach der Unterseite hin. An die, wie es scheint, farblose Parenchymscheide schließen sich grüne Palissadenzellen. Mechanisches Gewebe findet sich regelmäßig ober- und unterseits der Leitbündel in nicht großer Menge und meist von ihnen durch Assimilationsgewebe getrennt und an den Blatträndern. Die Leitbündel — im unteren Teil des Blattes zählte ich 22 — sind mit einer Mestomscheide versehen.

Chlorideae.

Cynodon Dactylon Pers. Syn. pl. I. S. 85. — Orab (Groß-Namaland); peren.

Blattscheide.

Die Epidermis der Innenseite besteht aus Langzellen mit glatten oder äußerst schwach gewellten Seitenwänden und etwas eingesenkten Spaltöffnungen.

Epidermis der Außenseite. Die Langzellen haben stark gewellte Seitenwände. Dazwischen finden sich oft Paare von kurzen Kork- und Kieselsattelzellen. An Haaren sind Stachelhaare und keulige Winkelhaare vertreten.

Mesophyll. Farbloses Parenchym in großer Menge nach innen zu ge-

legen und zwischen den Leitbündeln. Das Assimilationsgewebe besteht aus den seitlichen Partien der Parenchymscheide und den sich anschließenden Zellen. Mechanisches Gewebe ist vertreten in Bündeln außenseits der Leitbündel, in kleinen Gruppen oft auch an entsprechenden Stellen der Innenseite. Leitbündel mit Mestomscheide.

Die Blattspreite zeigt deutliche Rippenbildung. Oberseits zwischen je zwei Leitbündeln mächtige Gelenkzellen.

Epidermis der Oberseite. An die Gelenkzellen schließen sich Reihen von Langzellen mit schwach gewellten Seitenwänden an. Die Spaltöffnungen werden durch papillenartige Ausstülpungen angrenzender Zellen geschützt, die sich über die Zentralspalte legen. Haarbildungen und Form der Kork- und Kieselzellen wie bei der Scheidenaußenseite.

Die Epidermis der Unterseite ähnelt der der Scheidenaußenseite. Die Seitenwände der Zellen sind dünner; ferner finden sich sehr zahlreich die dort fehlenden Papillen, wie sie bei der Spreitenoberseite beschrieben sind.

Mesophyll. Farbloses Parenchym zieht sich von den Gelenkzellen der Oberseite zwischen je zwei Leitbündeln bis zur Blattunterseite hin; es findet sich oft auch ober- und unterhalb der Leitbündel, meist in einer Reihe, bei größeren Bündeln, besonders in der bisweilen vergrößerten Mittelrippe in stärkerer Anzahl. Das Assimilationsgewebe wird gebildet durch die Parenchymscheide und die sich anschließende Schicht Palissadenzellen. Mechanisches Gewebe an den Blatträndern und ober- und unterseits der Leitbündel; letztere mit Mestomscheide.

Pogonarthria tuberculata Pilger in Engl. Bot. Jahrb. XLIII, S. 92. — Nord-Anias (Groß-Namaland); ann.

Blattscheide außenseits gerippt.

Die Epidermis der Innenseite besteht aus zarten Langzellen mit glatten oder fein gewellten Seitenwänden und Spaltöffnungen.

Epidermis der Außenseite. Die Reihen über Parenchym bestehen aus Langzellen mit stark gewellten Seitenwänden, die oft abwechseln mit Paaren sattelförmiger Kiesel- und kurzer plattenförmiger Korkzellen; sie enthalten Spaltöffnungen und keulige Winkelhaare, die sich teilweise der zylindrischen Form nähern. Die Reihen über mechanischem Gewebe bestehen aus schmaleren Langzellen, Sattelzellen und plattenförmigen Korkkurzzellen. Stachelhaare fehlen, Polsterhaare kommen vor.

Mesophyll. Farbloses Parenchym liegt an der Innenseite und zwischen den Leitbündeln. Das Assimilationsgewebe besteht aus der ziemlich dickwandigen Parenchymscheide und den sich anschließenden zum Teil palissadenförmigen Zellen. Mechanisches Gewebe findet sich außen- und oft innenseits der Leitbündel, an der Außenseite auch zwischen ihnen. Leitbündel mit Mestomscheide.

Blattspreite unter- und oberseits schwach gerippt; Gelenkzellen oberseits zwischen je zwei Leitbündeln.

Epidermis der Oberseite. Die an die Gelenkzellen sich anschließenden Reihen enthalten Langzellen mit gewellten Seitenwänden, Spaltöffnungen und keulige Winkelhaare. Die Reihen über mechanischem Gewebe bestehen aus Hantelzellen — nur selten finden sich Sattelzellen —, längeren Korkzellen als bei der Scheidenaußenseite und Stachelhaaren. In den Gelenkzellgruppen kommen gelegentlich aus vorspringenden Zellen Polsterhaare vor.

Die Epidermis der Unterseite enthält in den über Parenchym gelegenen Reihen Langzellen mit stark gewellten, aber ziemlich dünnwandigen Seitenwänden, Spaltöffnungen, keulige Winkelhaare und bisweilen aus weit vorspringenden Zellen Polsterhaare. Die Reihen über mechanischem Gewebe enthalten Korkzellen und Stachelhaare wie bei der Oberseite. Die Kieselzellen sind sowohl Sattel- wie Hantelzellen, die beide oft in ein und derselben Reihe vorkommen. Es dominieren Sattelzellen.

Mesophyll. Farbloses Parenchym schließt sich in geringer Menge an die Gelenkzellen an; selten erstreckt es sich bis zur Epidermis der Unterseite. Das Assimilationsgewebe besteht aus der Parenchymscheide und den sich anschließenden Palissadenzellen. Mechanisches Gewebe ober- und unterseits der Leitbündel und in geringer Menge an den Blatträndern. Leitbündel mit Mestomscheide.

Dactyloctenium aegypticum Willd. Enum. Pl. Hort. Berol. 1029. — Zwischen Okahandja und Waterberg (Damaraland); ann.

Blattscheide.

Die Epidermis der Innenseite besteht aus Langzellen mit glatten oder schwach gewellten Seitenwänden und recht zahlreichen Spaltöffnungen.

Epidermis der Außenseite. Die Reihen über Parenchym bestehen aus Langzellen mit stark gewellten Seitenwänden, Spaltöffnungen, plattenförmigen Korkzellen oder Paaren von Kork- und Kieselzellen. Die Reihen über mechanischem Gewebe enthalten außer Lang- und Korkzellen Kieselzellen von Sattel- oder ähnlicher Form. An Haaren finden sich nur über Parenchym kurze, wie es scheint, keulige Winkelhaare, die sehr zart sind und deren Endglied meist fehlte.

Mesophyll. Farbloses Parenchym nimmt den größten Raum ein und findet sich nach der Innenseite zu und zwischen den Leitbündeln. Das Assimilationsgewebe besteht aus den seitlichen Partien der Parenchymscheide und den sich anschließenden Zellen. Mechanisches Gewebe und Mestomscheide wie bei der vorigen Pflanze.

Blattspreite ohne Rippenbildung; Gelenkzellen oberseits zwischen den Leitbündeln. In den unteren Teilen mit vergrößerter Mittelrippe.

Epidermis der Oberseite. Außer den Gelenkzellen sind auch die Zellen über den kleineren Leitbündeln vergrößert. Die Langzellen, welche die bei den *Anthephora*-Arten beschriebenen schwach eingesenkten, dabei aber oft nach außen vorgewölbten Spaltöffnungen führen, haben gewellte Seitenwände; über mechanischem Gewebe wechseln meist sattelförmige Kiesel- mit platten-

förmigen Korkzellen ab. Auch hier finden sich an Haaren nur vereinzelt zwischen den Langzellen Winkelhaare.

Die Epidermis der Unterseite erhält ein anderes Aussehen als die der Scheidenaußenseite infolge der überaus zahlreichen Kutispapillen auf den Langzellen, welche die durch ihre häufige Einsenkung ohnehin geschützten Spaltöffnungen schützen. Die Kieselzellen über mechanischem Gewebe sind sattelförmig. Winkelhaare wie bei Scheidenaußen- und Spreitenoberseite. An den Blatträndern kommt je eine Reihe von langen aus weit vorspringenden Zellgruppen entstehenden Polsterhaaren vor.

Mesophyll. Farbloses Parenchym ist in größerer Menge in der vergrößerten Mittelrippe vertreten, schließt sich ferner an die Gelenkzellen an und findet sich oberhalb der kleinen Leitbündel. Das Assimilationsgewebe besteht aus der Parenchymscheide und den Palissadenzellen. Mechanisches Gewebe unter- und oberhalb der Leitbündel, bei kleinen Bündeln kann es fehlen, außerdem in wenigen Gruppen an der Oberseite der Mittelrippe. Leitbündel mit Mestomscheide.

Microchloa setacea R. Br. Prodr. S. 208. — Zwischen Okahandja und Waterberg (Damaraland); ann.

Blattscheide.

Die Epidermis der Innenseite besteht aus Langzellen mit glatten bis schwach gewellten Seitenwänden und Spaltöffnungen.

Die Epidermis der Außenseite enthält über Parenchym Langzellen mit gewellten Seitenwänden, zwischen denen, wie auch bei der Spreite, kurze, wohl als keulige Winkelhaare zu deutende Gebilde vorkommen, und Spaltöffnungen. Die Reihen über mechanischem Gewebe enthalten sattel- und hantelförmige Kiesel- und meist längere Korkzellen. Ältere Scheiden haben auch zahlreiche Borstenhaare.

Mesophyll wie bei *Pogonarthria tuberculata.*

Blattspreite. Gelenkzellen oberseits zwischen je zwei Leitbündeln. Die beiden zwischen dem Leitbündel der Mittelrippe und dem folgenden stehenden Gelenkzellgruppen verschmelzen zu einer. Ein besonders interessantes und seltenes Aussehen erhält die Spreite dadurch, daß jederseits zwischen dem zweitletzten, primären und dem letzten, sekundären Leitbündel einige dickwandige, getüpfelte, äußerst vergrößerte, meist in Zweizahl vorhandene langgestreckte Zellen sich entlang ziehen. Sie schließen sich direkt an die Mestomscheide des primären Leitbündels an und werden als modifizierte Parenchymscheidenzellen desselben zu deuten sein; sie erreichen das letzte Leitbündel nicht, sondern sind zumeist durch einige kleinere Zellen mit dessen Parenchymscheide verbunden; im Längsschnitt erscheinen sie als verhältnismäßig flache Zellen. Diese im Querschnitt meist langgestreckten Zellen werden ober- und unterseits durch viel mechanisches Gewebe geschützt, wie es sonst in solcher Menge dem ganzen Blatt nirgends zukommt. Die Spreite ist an dieser Stelle auch breiter als sonst;

eine Wirkung zeigt sich auf die Gelenkzellgruppen zwischen dem vor- und drittletzten Leitbündel insofern, als deren Zellen stark verkleinert und eigentlich nicht mehr gelenkzellartig ausgebildet sind, wie denn auch hier wegen des dicht dabei liegenden vielen mechanischen Gewebes eine Gelenkfunktion ausgeschlossen wäre.

Die Epidermiszellen der Oberseite sind reichlich mit Papillen besetzt. An die Gelenkzellen schließen sich Reihen von Langzellen mit gewellten Seitenwänden und Spaltöffnungen. Die über mechanischem Gewebe gelegenen aus meist abwechselnd Kiesel- und Korkzellen bestehenden Reihen enthalten meist sattel-, seltener hantelförmige Kieselzellen und vereinzelt, seltener zahlreicher Stachelhaare. Die Reihen über dem mechanischen Gewebe zwischen den beiden letzten Leitbündeln enthalten besonders kräftige und breite Kiesel- und Korkkurzzellen.

Epidermis der Unterseite. Die Langzellen über Parenchym sind stärker gewellt, die Papillen fehlen oder sind schwach ausgebildet; die Spaltöffnungen sind schwach eingesenkt. Im übrigen Übereinstimmung mit der Epidermis der Oberseite. Stachelhaare sind sehr selten, dagegen kommen Randstachelhaare vor.

Mesophyll. Farbloses Parenchym zieht sich von den Gelenkzellen der Oberseite bis zur Unterseite zwischen den Leitbündeln entlang. Das Assimilationsgewebe besteht aus der gut ausgebildeten Parenchymscheide und einer sich anschließenden Schicht von Palissadenzellen. Mechanisches Gewebe findet sich, wie oben erwähnt, in größerer Menge zwischen den beiden letzten Leitbündeln, ferner unterhalb des Leitbündels der Mittelrippe und in Form von schmalen Strängen an den Blatträndern und unter- und oberhalb der übrigen Leitbündel; letztere mit Mestomscheide.

Festucaceae.

Eragrostis auriculata Hackel! in Bull. Herb. Boiss. 2. sér. I. S. 773. — Otawifontein (Karstfeld); peren.

Blattscheide.

Die Epidermis der Innenseite besteht aus Langzellen mit glatten oder schwachwelligen Seitenwänden, zwischen denen sich spärlich Spaltöffnungen finden.

Epidermis der Außenseite. Die Reihen über parenchymatischem Gewebe bestehen aus Langzellen mit stark gewellten Seitenwänden, zahlreichen Stachelhaaren, vereinzelten keuligen Winkelhaaren, einzelnen Korkkurzzellen oder Paaren von Kork- und Kieselzellen. Über mechanischem Gewebe wechseln oft Langzellen mit ellipsen- bis sattelförmigen Kieselzellen ab, an die sich mützenartig eine Korkkurzzelle anschließt. Innerhalb der letzteren Reihen finden sich Zellkomplexe, die, abgesehen davon, daß sie sich mit Sudan stark rot färben und über die Epidermisebene etwas emporragen, sich von den Langzellen ihrer Umgebung in Flächenansicht durch ihr ge-

drungenes Lumen abheben, während sie sich im Querschnitt als stark vergrößerte Epidermiszellen erweisen. An sie schließen sich nach innen andere größere und weniger stark verdickte Zellen als die des mechanischen Gewebes an, welche das ganze Sklerenchymbündel und teilweise auch die Mestomscheide durchbrechen. Ich möchte diese Gebilde, die, wie es scheint, mit den Leitbündeln in Beziehung stehen, als Drüsen ansprechen.

Mesophyll. Farbloses Parenchym füllt die Innenseite der Scheide aus und erstreckt sich von dort zwischen den Leitbündeln nach der Außenseite zu. Das Assimilationsgewebe besteht aus der Parenchymscheide und den sich anschließenden mehr oder weniger palissadenförmigen Zellen. Mechanisches Gewebe meist nur außenseits der Leitbündel und in Bündeln dazwischen an der Außenseite. Leitbündel mit Mestomscheide.

Blattspreite schwach gerippt, Gelenkzellen oberseits zwischen je zwei Leitbündeln.

Epidermis der Oberseite. An die Gelenkzellen schließen sich zartwandige Langzellen an, welche die Spaltöffnungen einschließen. In den Reihen über mechanischem Gewebe wechseln meist Kieselzellen von der bei der Scheide beschriebenen Form mit Korkzellen ab. An Haaren finden sich Stachel- und keulige Winkelhaare.

Epidermis der Unterseite. Die Reihen über Parenchym bestehen aus Langzellen mit gewellten Seitenwänden, Spaltöffnungen, Korkzellen und keuligen Winkelhaaren, die über mechanischem Gewebe aus Lang-, Kork- und Kieselzellen von der bei der Scheide beschriebenen Form. Die bei der Scheide beschriebenen drüsenartigen Gebilde sind hier besonders zahlreich.

Mesophyll. Farbloses Parenchym erstreckt sich von den Gelenkzellen der Oberseite zwischen den Leitbündeln meist bis zur Unterseite. Das Assimilationsgewebe besteht aus der Parenchymscheide und den sich anschließenden Palissadenzellen. Mechanisches Gewebe findet sich an den Blatträndern und ober- und unterseits der Leitbündel; letztere mit Mestomscheide.

Eragrostis porosa Nees. Flora Afr. Austr. S. 401. — Orab (Groß-Namaland); ann.

Blattscheide außenseits schwach gerippt.

Epidermis der Innenseite wie bei *Eragrostis auriculata.*

Die Epidermis der Außenseite unterscheidet sich von der der vorigen Art durch das Fehlen der drüsenartigen Gebilde und das reichliche Vorhandensein von Haaren. Über Parenchym finden sich außer Stachel- und zahlreichen keuligen Winkelhaaren große aus vorspringenden Zellen entstehende Polsterhaare, über mechanischem Gewebe Stachelhaare. Die typischen Sattelzellen sind teilweise verlängert und nähern sich Hantelformen. Sonst Übereinstimmung.

Das Mesophyll stimmt mit dem der vorigen Art überein bis auf das Vorkommen großer Luftgänge zwischen den Leitbündeln.

Blattspreite.

Epidermis der Oberseite. An Kieselzellen sind auch hier Sattelformen vorhanden; meist aber haben sich hantelartige Formen gebildet, die in der Regel sehr schmal, teilweise aber auch von recht typischer Hantelform sind. Sonst Übereinstimmung mit der vorigen Art. Stachelhaare sind zahlreich; keulige Winkelhaare sehr vereinzelt.

Epidermis der Unterseite. Die Seitenwände der Langzellen sind viel schwächer gewellt als bei der vorigen Art. Polster- und zahlreiche keulige Winkelhaare wie bei der Scheidenaußenseite. Die Spaltöffnungen bisweilen vorragend. Die Kieselzellen sind wie bei der Oberseite meist hantelförmig, während bei den erheblich breiteren Reihen der Scheidenaußenseite Sattelformen dominierten. Stachelhaare finden sich über mechanischem Gewebe.

Das Mesophyll stimmt mit dem von *Eragrostis auriculata* überein.

Eragrostis porosa Fischer. — Otjimbingue (Damaraland); ann.

Bei der Scheidenaußenseite waren die für *Eragrostis auriculata* beschriebenen drüsenartigen Gebilde über mechanischem Gewebe in geringer Anzahl vorhanden. Die Spreite ist kräftiger gebaut als die der vorigen Pflanze. Die Langzellen beider Epidermen sind stärker gewellt. Auch hier waren Umbildungen von Sattel- zu Hantelzellen vorhanden, aber die ersteren waren im Gegensatz zur vorigen Pflanze bei weitem im Übergewicht.

Eragrostis porosa. — Groß-Barmen (Damaraland); ann.

Die Blattscheide stimmt mit der aus Otjimbingue stammenden Pflanze überein, doch sind die Polster- und besonders die keuligen Winkelhaare häufiger als bei den beiden ersteren. Die Spreite steht in bezug auf Festigkeit und Wellung ihrer Epidermiszellwände etwa in der Mitte der beiden vorigen. Bei der Epidermis der Oberseite überwiegen an Kieselzellen noch Hantelformen.

Eragrostis laevissima Hackel in Fedde Repertorium X. S. 170. — Otawifontein (Karstfeld); peren.

Die Blattscheide stimmt mit der von *Eragrostis auriculata* überein. Bei der Epidermis der Außenseite sind die Seitenwände der Langzellen stärker gewellt, die Spaltöffnungen weniger zahlreich.

Die Blattspreite unterscheidet sich von der von *Eragrostis auriculata* dadurch, daß durch Einsenkung der Gelenkzellen oberseits deutliche Rippenbildung eingetreten ist, und daß die über mechanischem Gewebe gelegenen Rippen oberseits überaus zahlreiche Stachelhaare enthalten. Bei älteren Blatteilen war eine vergrößerte Mittelrippe vorhanden. Die Kieselzellen sind sattelförmig.

Eragrostis denudata Hackel in Bull. Herb. Boiss. III. S. 392. — Otawifontein (Karstfeld); peren.

Die Blattscheide zeigt außenseits Rippenbildung, indem sich über

dem zwischen den Leitbündeln gelegenen Parenchym Rinnen finden, die reichlich mit Stachelhaaren besetzt sind.

Bei der Epidermis der Innenseite konnten keine Spaltöffnungen beobachtet werden.

Die Kieselzellen der Außenepidermis sind meist ellipsenförmig, an die sich ähnlich wie bei *Eragrostis auriculata* oft mützenartig eine Korkkurzzelle anschließt.

Das Mesophyll zeichnet sich vor den vorigen *Eragrostis*-Arten durch die starke Ausbildung mechanischen Gewebes aus, das sich in mächtigen Bündeln außenseits an die Leitbündel anschließt und in kleinen Bündeln auch an der Scheideninnenseite vorkommt.

Die Blattspreite unterscheidet sich von den vorigen *Eragrostis*-Arten durch die stärkere Rippung unterseits und das auch hier stark ausgebildete Sklerenchym unterseits der Leitbündel. Die Gelenkzellen der Oberseite sind meist sehr schwach eingesenkt. Die Kieselzellen sind ellipsen- bis sattelförmig. In den übrigen Punkten Übereinstimmung mit *Eragrostis auriculata*, nur daß, wie auch bei der Scheide, die drüsenartigen Gebilde der Unterseite fehlen.

Eragrostis denudata. — Voigtsgrund (Groß-Namaland); peren.

Der Blattscheide fehlen die bei der vorigen Pflanze beschriebenen, mit Stachelhaaren reichlich besetzten Rinnen der Außenseite. Auf der Innenseite waren auch hier keine Spaltöffnungen zu beobachten. Rippenbildung außenseits sehr gering.

Blattspreite. Die Epidermis der Oberseite enthält an Kieselzellen auch Hantelformen. Die Epidermis der Unterseite enthält außer den hier nur spärlich vorkommenden Stachel- und Winkelhaaren auch Polsterhaare, letztere auch an den Blatträndern.

Eragrostis denudata. — Streitdamm (Groß-Namaland); peren.

Übereinstimmung mit der vorigen Pflanze. Die Polsterhaare der Spreitenunterseite sind seltener, die Stachel- und keuligen Winkelhaare häufiger, aber weniger zahlreich als bei der aus Otawifontein stammenden Pflanze.

Eragrostis trichophora Coss. et Dur. in Bull. Soc. Bot. II. (1855) S. 311. — Battandier et Trabut, Flore de l'Algérie II. (1895). S. 199. — Otjitambi (Karstfeld); peren.

Fast völlige Übereinstimmung mit *Eragrostis porosa*-Orab. Die Polsterhaare fehlten der Spreitenunterseite, während sie bei der Scheidenaußenseite vorhanden waren. Die Kieselzellen sind sattelförmig, bei der Epidermis der Spreitenoberseite gelegentlich auch hantelartig.

Eragrostis trichophora var. glabriculmis Hack. Heer. u. Grimm. S. 18. — Otawifontein (Karstfeld); peren.

Übereinstimmung mit der vorigen Pflanze.

Eragrostis spinosa Trin. in Gram. Sen. S 416. leg. Drège. — (Kapkolonie); peren.

Zeichnet sich, wie schon der Name sagt, durch den Besitz von Dornen aus. Diese sind meist metamorphosierte Sprosse, deren anatomischer Bau ganz dem des Stengels entspricht. Aber auch zahlreiche Blattspreiten sind dornartig geworden, indem sie verkürzt sind, sich eingerollt und zugespitzte Enden haben. Die anatomische Untersuchung ergab, daß diese Blattdornen in ihren unteren Teilen ganz mit den ausgebreiteten Spreiten übereinstimmen. Die Spitzen zeichnen sich dagegen durch reichlicher entwickeltes Sklerenchym aus; die Gelenkzellen verkleinern sich und werden dickwandiger, andere starkwandige Zellen schließen sich nach innen zu an. Die Zellen der Epidermen werden dickwandiger und kutinisierter.

An anatomischen Einzelheiten über den Bau von Scheide und Spreite sei für die erstere das äußerst seltene Vorkommen von Spaltöffnungen auf der Innenseite hervorgehoben. Die Blattspreite zeichnet sich vor allem durch die tiefe Rinnenbildung der Unterseite und das sehr zahlreiche Vorhandensein von Stachelhaaren ober- und unterseits des mechanischen Gewebes vor den anderen *Eragrostis*-Arten aus. Auch die Oberseite zeigt Rippenbildung. Mechanisches Gewebe ist verhältnismäßig spärlich ausgebildet. Die Kieselzellen sind wie auch bei der Scheide von wenig charakteristischer Form, meist in Stachelhaare ausgehend. Winhelhaare waren nicht zu beobachten; sie fehlen also oder sind jedenfalls sehr selten.

Pappophorum scabrum Kunth. Enum. I. S. 255. — Voigtsgrund (Groß-Namaland); peren.

Blattscheide außenseits meist schwach gerippt.

Die Epidermis der Innenseite besteht aus Langzellen mit glatten Seitenwänden und Spaltöffnungen.

Epidermis der Außenseite. Die Reihen über Parenchym enthalten Langzellen mit gewellten Seitenwänden, Spaltöffnungen, Stachelhaaren und zahlreichen großen zweizelligen Winkelhaaren, deren Basalzelle lang und schmal und deren Endzelle keulenförmig angeschwollen ist (s. Fig. 1 *B 4*, S. 3). Die Reihen über mechanischem Gewebe bestehen aus Kork- und hantelförmigen Kieselzellen und Stachelhaaren.

Mesophyll wie bei *Eragrostis auriculata*.

Blattspreite oberseits schwach, unterseits stärker gerippt. Gelenkzellen oberseits zwischen je zwei Leitbündeln; die an entsprechenden Stellen der Unterseite gelegenen Zellen sind ebenfalls vergrößert.

Epidermis der Oberseite. Die sehr großen Gelenkzellen sinken bei Wassermangel nach innen zu ein und ziehen die seitlich von ihnen gelegenen Spaltöffnungen mit, die so an den Seiten der nunmehr gebildeten Rinnen zu liegen kommen. Zwischen den mittleren großen Gelenkzellen entspringen häufig die bei der Scheide beschriebenen großen Winkelhaare. Die Lage dieser Trichome, insbesondere die starke Tüpfelung ihrer zwiebelartigen Wurzel, die sowohl mit den farblosen Blasenzellen als auch den assimilierenden Palissadenzellen in Verbindung steht, scheint darauf hinzu-

weisen, daß sie in Beziehung zur Wasseraufnahme stehen. Form der Kieselzellen und Haarbildungen wie bei der Scheidenaußenseite; die Stachelhaare sind besonders zahlreich.

Die Epidermis der Unterseite unterscheidet sich von der ihr entsprechenden Scheidenaußenseite durch die sehr viel größere Anzahl der Stachelhaare. Die großen Winkelhaare entspringen auch hier aus den vergrößerten, den Gelenkzellen der Oberseite gegenüberliegenden Zellen. — An den Blatträndern kommen oft vergrößerte Stachelhaare vor.

Mesophyll. Farbloses Parenchym zwischen den Leitbündeln. Das Assimilationsgewebe besteht aus der Parenchymscheide und den sich anschließenden Palissadenzellen. Mechanisches Gewebe ober- und unterseits der Leitbündel; letztere mit Mestomscheide.

Pappophorum molle Kunth Enum. S. 255. Forma uberior. — Farm-Gras Nr. 6 (Groß-Namaland); peren.

Die Blattscheide hatte auf der Innenseite Langzellen mit meist gewellten Seitenwänden, die Behaarung der Scheidenaußenseite war dichter, die großen Winkelhaare waren noch länger; sonst Übereinstimmung mit der vorigen Art.

Der Blattspreite fehlt die ausgesprochene, namentlich unterseits stark hervortretende Rippenbildung bei *Pappophorum scabrum*. Mechanisches Gewebe ist in geringerer Menge vorhanden; statt der längeren Stachel- und Borstenhaare der vorigen Art finden sich sehr kurze und gekrümmte Stachelhaare, daher das sägeartige Anfühlen. Sonst Übereinstimmung.

Pappophorum molle, Forma depauperata. — Farm-Gras Nr. 5 (Groß-Namaland); peren.

stimmt mit der vorigen Pflanze überein, abgesehen davon, daß die Spreiten unterseits deutlicher gerippt und die Spaltöffnungen der Scheideninnenseite erheblich kleiner sind.

Schmidtia pappophoroides Steud. in Schmidt, Beitr. Flor. Cap. Verd. Inseln (1852). S. 144. — Nord-Anias (Groß-Namaland); ann.

Bei der Blattscheide enthalten bei der Außenseite die Reihen über Parenchym meist breitere und oft sehr unregelmäßig gestaltete Langzellen und zahlreiche Stachelhaare. Die großen Winkelhaare entspringen häufig aus vorspringenden Zellgruppen, ähnlich wie sonst Polsterhaare.

Die Blattspreite hatte ober- und unterseits weniger zahlreiche Stachelhaare. An den Blatträndern war oft mechanisches Gewebe und starke Haarbildung vorhanden. In den übrigen Punkten Übereinstimmung mit den *Pappophorum*-Arten.

Schmidtia bulbosa Stapf. Fl. Cap. VII. S. 658. — Zwischen Okahandja und Waterberg (Damaraland); peren.

Diese Pflanze ist kräftiger gebaut als die vorige Art.

Die Blattscheide zeichnet sich aus durch den Bau ihrer Epidermis der Innenseite. Zwischen den Langzellen mit dünnen gewellten oder glatten

Seitenwänden finden sich einzeln oder gruppen- oder reihenweise solche, deren Seitenwände stark verdickt und überaus reichlich getüpfelt sind, und die somit von dem sonstigen Aussehen der Zellen der Scheideninnenepidermis sehr abweichen.

Die Blattspreite zeigt, wenigstens unterseits, deutlichere Rippenbildung. Sonst Übereinstimmung mit der vorigen Art.

B. Allgemeiner Teil.

Nachdem die speziellen Untersuchungen ein Bild von der Mannigfaltigkeit im Blattbau der untersuchten Gräser gegeben haben, ist es nunmehr an der Zeit, sich die Frage vorzulegen, ob es Gesetzmäßigkeiten gibt, aus denen heraus die Verschiedenartigkeiten und Übereinstimmungen zu verstehen sind. — Der anatomische Bau einer Pflanze und ihrer Organe ist in erster Linie der von seinen unmittelbaren Vorfahren ererbte. Erst von deszendenztheoretischen Gesichtspunkten aus wird man ihn auch aus Anpassungen heraus zu verstehen suchen. Schröter unterscheidet in der »Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas« (11) innere und äußere Anpassungen. Die ersteren, von Haberlandt physiologische genannt, sind Anpassungen an die physiologische Funktion, während die äußeren oder nach Haberlandt ökologischen solche an Klima und Standort bedeuten.

Wenn wir nach diesen Gesichtspunkten den Stoff betrachten, so wird sich in einem ersten Abschnitt die Besprechung innerer Anpassungen an einem Vergleich zwischen Scheide und Spreite durchführen lassen, da es sich hier, wie bereits in der Einleitung bemerkt, um morphologisch gleiche Organe mit verschiedener Funktion handelt.

Bei dem zweiten Abschnitt über Anpassungen an Klima und Standort, die etwas einseitig bleiben müssen, da ich auf Herbarmaterial angewiesen und daher nicht in der Lage war, experimentelle Untersuchungen vorzunehmen, sei bemerkt, daß die Blattscheide wegen ihres durchweg gleichmäßigen Baues in Fragen, die klimatische Anpassungen betreffen, wenig beachtenswerte Punkte bietet. Anders liegt es dagegen bei der Spreite; sie weist bei der großen Mannigfaltigkeit in ihrer anatomischen Struktur vielfach Einrichtungen auf, die durch klimatische Einflüsse entstanden sein werden.

Fast ganz ausschließlich wird die Spreite zu berücksichtigen sein, wenn man die Pflanzen auf bei den verschiedenen Arten vorhandene anatomische Unterschiede hin vergleicht, wie dies in einem letzten Abschnitt geschehen mag, der nur einige charakteristische systematische Merkmale behandeln und sich anhangsweise an den vorigen Teil anschließen soll.

I. Vergleich des anatomischen Baues von Scheide und Spreite.

Über den Bau im allgemeinen.

Während die Spreiten der Grasblätter sich durch ihre so mannigfaltige Gestalt auszeichnen, ist der anatomische Bau der Scheide ein sehr einförmiger. Es hängt das zusammen einmal mit der gleichmäßigen Funktion der Scheide, die neben mechanischen Zwecken wohl hauptsächlich in der Wasserspeicherung besteht, sodann aber auch mit ihrer den Blattstiel umschließenden Stellung. Das Vorkommen von Luftgängen scheint wenig charakteristisch zu sein, da sie bei ein und derselben Scheide in ihren älteren Teilen vorhanden sein können, an jüngeren dagegen fehlen. Ich beobachtete sie in größerer Menge vor allem bei *Panicum repens*, *Setaria aurea*, *Aristida uniplumis* und *ciliata* und *Eragrostis laevissima*. Im allgemeinen ist die Scheide wegen ihres großen Gehaltes an farblosem Parenchym dicker als die Spreite.

Was die Rippenbildung von Scheide und Spreite betrifft, so handelt es sich, da die erstere mit ihrer Innenseite den Halm eng umschließt, hier nur um eine Rippenbildung der Außenseite, die mit der der Spreitenunterseite verglichen werden soll. Da ergibt sich, daß in den meisten Fällen, wenn die Spreite eine Rippenbildung zeigt, diese, freilich in der Regel schwächer, auch bei der Scheide angelegt ist. Dabei ist zu beachten, daß die Rippung der Scheide in ihren unteren Teilen meist abnimmt. Es sieht allerdings die Rippenbildung gewöhnlich bei Scheide und Spreite etwas anders aus, da bei der ersteren die Leitbündel durch farbloses Parenchym getrennt in weit größeren Zwischenräumen aufeinander folgen als bei der Spreite. Dieser Fall war bei den untersuchten Gräsern der häufigste. Unter sechs Pflanzen, die sich durch besonders tiefe Einkerbungen ihrer Spreitenunterseite oder durch Rippenbildung infolge Ausbildung stark vorspringender Bündel mechanischen Gewebes auszeichnen, fanden sich bei fünf diese typischen Charakteristika auch bei der Scheide wieder, bei *Anthephora Hochstetteri*, *Aristida obtusa*, *Sporobolus nebulosus major perennis*, *Danthonia spec.* und *Eragrostis denudata* (Otawifontein). Bei *Eragrostis spinosa* dagegen fehlten der Scheide die tiefen Rillen der Spreitenunterseite gänzlich. Ebenso war eine Rippenbildung bei den Scheiden von *Tragus racemosus* und *Aristida uniplumis* nicht zu konstatieren, während die Spreiten, wenn auch nur schwach, gerippt waren. Wo die Spreite vollkommen ungerippt ist, wie etwa bei *Dactyloctenium aegypticum* und *Microchloa setacea*, ist dies bei der Scheide auch der Fall.

Die **Epidermiszellen** von Scheide und Spreite haben verdickte und kutinisierte Außenwände, darüber eine Cutikula. Verhältnismäßig wenig verdickt sind sie bei der Epidermis der Scheideninnenseite, stark meist bei der der Scheidenaußen- und Spreitenunterseite, mehr oder weniger stark bei der der Spreitenoberseite.

Ein Vergleich der Epidermis der Scheideninnenseite mit der ihr entsprechenden Spreitenoberseite lehrt, daß hier eigentlich nur Unterschiede zu konstatieren sind. Die Scheideninnenepidermis ist glatt und stets ohne jede Haar- oder Papillenbildungen im Gegensatz zu der Spreitenoberseite. Sie besteht aus einförmigen zarten Langzellen mit glatten oder schwach gewellten Seitenwänden, während sich bei der Spreitenoberseite meist die Dreiteilung findet in Gelenkzellen, Langzellen mit gewellten Seitenwänden und die Reihen über mechanischem Gewebe. Es fehlen der Scheideninnenepidermis somit auch jegliche Bildungen von Kiesel- oder Korkzellen; schließt sich mechanisches Gewebe an der Innenseite der Scheide unmittelbar an die Epidermis an, so sind die dort liegenden Epidermiszellen nur schmäler als die anderen. Nicht selten sind die Epidermiszellen der Scheideninnenseite von der Fläche gesehen im Verhältnis zu den Zellen der übrigen Epidermen derselben Pflanze auffällig groß; ein hierfür besonders typisches Beispiel ist *Andropogon contortus*. Ein von den übrigen Gräsern völlig abweichender Fall war bei *Schmidtia bulbosa* zu konstatieren, wo zwischen den normalen Langzellen mit zarten Seitenwänden sich einzeln, gruppen- oder reihenweis solche fanden, deren Seitenwände stark verdickt und getüpfelt waren.

Außer Langzellen enthält die Epidermis der Scheideninnenseite Spaltöffnungen. Ihre Zahl ist, was aus ihrer dicht an den Halm gepreßten Lage verständlich ist, weit geringer als die der Spreitenoberseite. Bei den drei untersuchten Exemplaren von *Eragrostis denudata* fand ich gar keine Spaltöffnungen, wobei dahingestellt bleiben mag, ob sie hier ganz fehlen oder überaus selten sind; bei *Eragrostis spinosa* waren sie ebenfalls auffällig selten. Sonst kann man von einer Seltenheit der Spaltöffnungen nicht sprechen, nur sind sie nicht so häufig wie bei der Spreite. In einigen Fällen sind sie sogar recht zahlreich, z. B. bei *Dactyloctenium aegypticum*.

Was die Lage der Spaltöffnungen betrifft, so stehen sie bei der Scheideninnenseite in der Regel in der Ebene, während bei der Spreitenoberseite größere Mannigfaltigkeit herrscht. Eingesenkte Spaltöffnungen der Scheideninnenepidermis fand ich nur bei *Anthephora Hochstetteri*, *Aristida ciliata* und *Cynodon Dactylon*. Bei der Spreite waren häufig vorspringende Spaltöffnungen vorhanden bei *Andropogon contortus*, *Pennisetum cenchroides*, den beiden *Setarien*, *Aristida uniplumis* und *ciliata*, während sich oft eingesenkte vorfanden zwischen den großen Zellen der *Anthephora*-Arten, bei *Pogonarthria tuberculata* und *Dactyloctenium aegypticum*.

Die Form der Spaltöffnungen endlich ist ebenfalls bei der Scheideninnen- und Spreitenoberseite nicht dieselbe. Die letztere führt stets Spaltöffnungen von der für die Gräser charakteristischen Form mit den zwei hantelförmigen Schließzellen, über deren Mechanismus SCHWENDENER (18) näheres mitgeteilt hat. Bei den Spaltöffnungen der Scheideninnenepidermis ist dieser Gramineentypus zwar auch vertreten, doch kommen Anlehnungen

an den Liliaceentypus vor (23). Eine so deutliche Anlehnung an den letzteren wie WARNCKE sie bei *Zea Mays* beobachtet hat, war bei den von mir untersuchten Scheiden nicht vorhanden, da stets noch die blasigen Endkammern der Schließzellen zu sehen waren. Am meisten entfernten sich vom Gramineentypus die Spaltöffnungen der Scheideninnenseite von *Aristida uniplumis* (*Etaneno*).

Weit größere Übereinstimmung zeigt die Scheidenaußenepidermis mit der der Spreitenunterseite. Sie liegt frei an der Luft und enthält daher auch all die Mannigfaltigkeiten, welche den Bau der Spreitenepidermen auszeichnen: Die verschiedenen Zell- und Haarformen und die nie fehlenden Spaltöffnungen.

Was die Ähnlichkeiten zwischen den Epidermen der Scheidenaußen- und der ihr entsprechenden Spreitenunterseite betrifft, so sei zunächst hervorgehoben, daß bei beiden die Formen der Winkelhaare und der Kieselzellen, die ja besonders charakteristisch sind, stets dieselben waren, Merkmale, die allerdings auch für die Spreitenoberseite passen. Von den Kieselzellen gilt dies freilich nur mit einer gewissen Einschränkung, indem nämlich häufig bei der Spreite infolge des Schmalerwerdens der Zellreihen diese Tendenz sich auch in der Form der Kieselzellen bemerkbar machen kann, indem nämlich breitere Formen dort zu längeren werden. Besonders hübsch war dies an zwei Fällen zu beobachten: Bei der Spreite von *Panicum trichopus* neigten die Kreuzzellen, bei der von *Eragrostis porosa* (*Orab*) die Sattelzellen zu Hantelformen; in beiden Fällen waren aber auch schon bei der Spreite Hantelformen, wenngleich seltener, zu beobachten. Zu bemerken ist ferner *Aristida adcensionis*, wo die sehr auffällige Erscheinung, daß die Kieselzellen im Querschnitt weit über die Ebene der Epidermis hervortreten, in gleicher Weise bei Scheide und Spreite zutage tritt. Als besonders ähnlich in dem ganzen Habitus von Scheidenaußen- und Spreitenunterseitenepidermis fiel besonders *Microchloa setacea* auf. Als weitere weniger auffällige Beispiele seien genannt *Setaria aurea*, *Pogonarthria tuberculata*, *Eragrostis laevissima*, *Schmidtia pappophoroides*.

Bei den letzteren trat meist schon mehr oder weniger deutlich ein Unterschied auf, der bei fast allen Gräsern vorhanden ist, daß die Scheidenaußenepidermis kräftiger gebaut ist als die der Spreitenunterseite. Damit hängen dann eine Reihe anderer Verschiedenheiten zusammen: Die Außenwände sind dicker, die Seitenwände der Langzellen sind kräftiger und stärker gewellt, die Zahl der Spaltöffnungen und Haarbildungen nimmt ab, die Reihen über mechanischem Gewebe treten mehr in den Vordergrund. Auch sind oft die Kieselzellen viel kräftiger und größer als bei der Spreite, z. B. die Hantelzellen bei *Aristida barbicollis*, während in anderen Fällen gerade durch die Verdickung der Langzellwände ein Verkümmern der Kieselzellen gegenüber der Spreitenunterseite eintritt, wie dies bei *Aristida ciliata* der Fall war. — Das waren so im allgemeinen die Hauptunterschiede,

welche bei der Mehrzahl der untersuchten Pflanzen hervortreten. Freilich war auch eine ganze Reihe darunter, bei denen einzelne der eben aufgezählten Merkmale nicht zutrafen. So waren bei *Elionurus argenteus*, *Andropogon contortus*, *Panicum repens* und *nigropedatum* und einigen anderen die Stachelhaare gerade an der Scheidenaußenseite zahlreicher, während die Winkelhaare wohl bei allen Gräsern bei der Spreite in größerer Anzahl vertreten waren, bei *Aristida namaquensis* war die Zahl der Spaltöffnungen bei der Scheide nicht geringer als bei der Spreite.

Was die Lage der Spaltöffnungen betrifft, so stehen sie bei der Scheidenaußen- und Spreitenunterseite der Regel nach in der Ebene der übrigen Epidermiszellen. Meist vorragend waren sie bei Scheide und Spreite von *Setaria verticillata* und *aurea*, eingesenkt bei der Scheide von *Aristida barbicollis*, während sie bei der Spreite in der Ebene standen; bei *Andropogon contortus*, *Dactyloctenium aegypticum* und *Microchloa setacea* waren sie bei der Spreite oft vorragend — bei den beiden letzteren zwischen den großen Zellen aber auch eingesenkt —, bei der Scheide nicht, bei *Pennisetum cenchroides, Panicum trichopus*, *Pappophorum scabrum* und *molle* und *Eragrostis porosa* kamen bei Scheide und Spreite in der Ebene stehende und vorragende Spaltöffnungen vor. — Bei *Aristida obtusa* (Boschjem.) waren die Spaltöffnungen der Spreitenunterseite durch 4 Kutispapillen geschützt, die der Scheidenaußenseite nicht, bei *Aristida barbicollis* hatten nur die der Scheidenaußenseite Papillen.

Wo Polsterhaare bei der Spreitenunterseite vorkamen, waren sie in den meisten Fällen auch bei der Scheidenaußenseite vorhanden, ebenso die bei einigen *Eragrostis*-Arten vertretenen drüsenartigen Gebilde.

Trotz der mancherlei Ähnlichkeiten zeigen die Scheidenaußen- und Spreitenunterseite doch wiederum große Verschiedenheiten, die, wie ja anfangs schon für den Gesamtbau von Scheide und Spreite hervorgehoben, zum großen Teil auch hier an ihrer andersartigen Lage und Lebensaufgabe liegen werden. Bei *Pennisetum cenchroides* werden naturgemäß die großen Gelenkzellen der Spreitenunterseite der Scheidenaußenseite fehlen, doch macht sich hier wie auch bei *Anthephora undulatifolia* u. a. bei der Scheidenaußenseite in ihren oberen Teilen bereits die Tendenz der Zellenvergrößerung bemerkbar, wie denn überhaupt häufig die oberen Teile der Scheide der Spreite mehr zu ähneln anfangen.

Endlich seien noch einige Fälle angeführt, wo durch besondere Kennzeichen Scheide und Spreite ohne weiteres zu unterscheiden sind. Bei *Andropogon contortus* und *papillosus*, *Setaria verticillata*, *Cynodon Dactylon* und *Dactyloctenium aegypticum* kennzeichnet sich die Spreitenunterseite dadurch, daß ihre Langzellen mit oft sehr ansehnlichen Papillen versehen sind, die der Scheidenaußenseite gänzlich fehlen.

Im Mesophyll ist farbloses Parenchym in der Scheide, wie schon bemerkt, in größerer Menge vertreten als in der Spreite. Es bildet in der

Regel die Hauptmenge der Scheide, indem es den nach der Innenepidermis zu gelegenen Raum einnimmt und sich oft auch nach der Außenseite zwischen den Leitbündeln in größerer Menge hinzieht, während das Assimilationsgewebe mehr nach der Außenepidermis zu gedrängt ist. Wesentlich anders ist es bei der Spreite. Hier tritt das farblose Parenchym des Mesophylls meist hinter das assimilierende zurück. Es ergibt sich das ohne weiteres aus der verschiedenen Funktion dieser beiden Blatteile: Die Hauptfunktion der Scheide beruht in der Wasserspeicherung, die der Spreite vornehmlich in der Assimilation. Es ist also eine gewisse Arbeitsteilung eingetreten.

Bei den Spreiten der untersuchten Pflanzen kann farbloses Parenchym in folgenden drei Formen auftreten:

1. In oft großer Menge in der durch Einlagerung von viel parenchymatischem Gewebe gebildeten vergrößerten Mittelrippe. Ein Vergleich der Spreiten, welche eine solche vergrößerte Mittelrippe aufweisen, mit den dazu gehörigen Scheiden ergab, daß fast regelmäßig auch bei der Scheide diese Tendenz vorhanden war. Diese Scheiden enthielten besonders viel farbloses Parenchym und am meisten gerade in der mittleren Partie der Scheide, die ich darum auch der Abkürzung wegen mit dem hier wenig zutreffenden Wort Mittelrippe bezeichnet habe. Es setzt sich hier ja naturgemäß diese der Mittelrippe der Spreite entsprechende Partie nicht scharf gegen die übrige Scheide ab, sondern geht ganz allmählich in sie über. Aber doch war oft schon bei der Scheide deutlich die Form zu erkennen, welche die Mittelrippe der Spreite annahm, besonders gut bei den beiden *Setaria*-Arten, deren Mittelrippen im Querschnittsbild ein ziemlich spitzes Dreieck bilden. Freilich ist zu bemerken, daß es auch hier darauf ankommt, in welcher Höhe der Querschnitt gemacht ist. Als Beispiele für die eben beschriebene Erscheinung seien außer den beiden *Setarien* angeführt: *Pennisetum cenchroides*, *Panicum trichopus*, *Anthephora pubescens* und *Hochstetteri*, *Sporobolus marginatus*, *Cynodon Dactylon*, *Dactyloctenium aegypticum* und *Eragrostis laevissima*. Bei *Elionurus argenteus* war bei der Scheide eine vergrößerte Mittelrippe vorhanden, das farblose Parenchym derselben entsprach der Gelenkzellgruppe der Spreite; doch glichen die untersten Teile der Spreite in ihrem anatomischen Bau noch fast ganz der Scheide.

2. Kam farbloses Parenchym bei der Spreite in geringer Menge zwischen den Leitbündeln vor, meist indem es sich an die Gelenkzellen der Oberseite anschloß und sich von hier nach der Unterseite zu erstreckte, die es zum Teil erreichte, zum Teil durch assimilierendes Gewebe daran gehindert wurde. Bei der Scheide findet es sich an entsprechender Stelle meist in großer Menge, da hier die Leitbündel oft in großem Abstand von einander stehen.

3. Ist farbloses Parenchym vertreten in Form von wenigen Zellen

ober- und unterseits der Leitbündel zwischen deren Parenchymscheide und der Epidermis oder mechanischem Gewebe. Beispiele dafür seien *Elionurus argenteus* und *Cynodon Dactylon.* Endlich können auch Zellen der Parenchymscheide selbst farblos sein.

Die Anordnung des Assimilationsgewebes war bei dem Herbarmaterial oft nicht leicht zu erkennen. Ich habe mich daher im speziellen Teil auch meist mit der Angabe begnügen müssen, ob die sich an die Parenchymscheide anschließenden Zellen mehr oder weniger palissadenförmig gestaltet waren. Es werden zwei Haupttypen in der Anordnung des Assimilationsgewebes bei den Spreiten von Grasblättern unterschieden (11). Der erste Typus ist der, daß es gleichmäßig den Raum zwischen den Leitbündeln ausfüllt. Nach Haberlandt fällt dann den sich senkrecht zur Blattepidermis gestellten Palissadenzellen die eigentliche Assimilation zu, während andere quergestreckte Zellen als Zuleitungs- und die Parenchymscheide als Ableitungsgewebe zu betrachten sind. Der zweite sogenannte Kranztypus wird dadurch gebildet, daß sich deutlich ausgeprägte Palissadenzellen rings um die Parenchymscheide ordnen, die meist tiefgrün ist und vielleicht in der Hauptsache die Assimilation besorgt. Dieser zweite Typus war bei den meisten der von mir untersuchten Pflanzen vertreten, besonders gut bei den *Paniceen*, *Andropogon papillosus*, *Pennisetum cenchroides*, *Anthephora Hochstetteri*, *Cynodon Dactylon*, *Dactyloctenium aegypticum*; ferner bei *Tragus racemosus*, *Microchloa setacea,* einigen *Aristiden*, den meisten *Eragrostis*-Arten u. a.

Die Parenchymscheide der Spreite ist bei den kleineren Bündeln geschlossen, bei den größeren wird sie häufig von mechanischem Gewebe ober- und unterseits der Leitbündel durchbrochen; oft sind ihre Zellen zwischen den Leitbündeln und dem mechanischen Gewebe stark verdickt, verkleinert und farblos. Bei der Blattscheide, wo das Grüngewebe meist nach der Außenseite gedrängt ist, sind die Parenchymscheiden der größeren Bündel nicht selten nur mit wenigen seitlichen grünen Zellen gut ausgeprägt, während die nach der Innenseite zu von dem übrigen farblosen Parenchym der Blattscheide nicht mehr deutlich abgesetzt sind, sondern in dieses übergehen; bei anderen Scheiden dagegen sind die Parenchymscheiden sehr deutlich abgegrenzt. Das an die Parenchymscheide sich anschließende Chlorophyllparenchym ist im Vergleich zu dem der Spreite stark reduziert und meist weniger typisch ausgebildet. Es bestand aus gut ausgeprägten Palissadenzellen bei *Andropogon papillosus*, *Pennisetum cenchroides*, *Tragus racemosus*, *Aristida ciliata* und *adcensionis*, *Cynodon Dactylon*, *Pogonarthria tuberculata*, *Dactyloctenium aegypticum*, *Microchloa setacea* und einigen *Eragrostis*-Arten.

Die Leitbündel stimmen in ihrem Bau im großen und ganzen bei Scheide und Spreite überein. In den unteren Teilen der Scheide zeigen sie freilich meist nicht das gleichmäßige Bild wie die der Spreite, sondern

haben mehr oder weniger Verzerrungen erfahren. Nähere vergleichende Untersuchungen über die Zusammensetzung der einzelnen Elemente der Leitbündel bei Scheide und Spreite, die bisher noch fehlen, dürften weitere interessante Aufschlüsse bringen.

Die Leitbündel (11) sind kollateral gebaut. Das Xylem ist charakterisiert durch zwei seitliche große Tüpfel- oder Netzgefäße und ein oder mehrere in einer medianen Reihe nach der Ober-, resp. Innenseite zu gelegenen Ringgefäße, an die sich oft ein Luftgang anschließt. Man teilt danach die Bündel ein in primäre, deren Xylem die eben aufgezählten Merkmale besitzt, sekundäre, denen die median gestellten Ringgefäße fehlen, und tertiäre, bei denen auch die beiden seitlichen großen Gefäße geschwunden sind, oder die nur noch aus Phloem bestehen. — Vom Xylem ist das Phloem oft durch mechanische Zellen getrennt. Es ist äußerst zart gebaut und gut geschützt, besonders bei der Blattscheide. Bei einem der von mir untersuchten Gräser, bei *Sporobolus nebulosus major perennis* war durch Einlagerung von mechanischem Gewebe eine Spaltung des Phloems in zwei seitliche Partien eingetreten. Diese Spaltung, welche bei Scheide und Spreite vorkommt und vollkommen oder unvollkommen sein kann, wäre als weiteres Beispiel den Beobachtungen von Kny (12) und Tschirch (20) hinzuzufügen, von denen ersterer ähnliche Fälle besonders bei Palmen und Dioscoreaceen, letzterer bei dem Steppengras *Triodia pungens* beobachtet und beschrieben hat. Knys Erklärungsversuch dieser Erscheinung aus dem Bedürfnis einer größeren Biegungsfestigkeit und Schutzvorrichtung des Phloems erscheint auch für diesen Fall als der annehmbarste. — Zwischen den einzelnen Leitbündeln kommen Queranastomosen vor, die nach Duval-Jouve bei jedem Grasblatt zu vermuten sind. Sie verlaufen entweder geradlinig von einem Leitbündel zum andern oder erleiden eine mehrfache Knickung und durchziehen erst ein Stück das zwischen den Leitbündeln gelegene farblose Parenchym, worauf Volkens Gewicht legt, da so eine Versorgung dieses Wasserspeichergewebes mit Wasser erfolgen kann (21).

Die Leitbündel werden in den meisten Fällen von einer Mestomscheide umgeben, die zur Festigung dient, und deren Vorhandensein oder Fehlen systematisch von Bedeutung ist (17). Sie fehlten bei den untersuchten Gräsern bei Scheide und Spreite nur den drei Vertretern der *Andropogoneen*, ferner von dem Tribus der *Paniceen Pennisetum* und den beiden *Setarien* und vom Tribus der *Zoysieen* den drei Vertretern der Gattung *Anthephora*. In all diesen Fällen hatte die Parenchymscheide die Funktion der Mestomscheide übernommen und zeigte verdickte Wände. Ob es sich um eine Mestom- oder um eine modifizierte Parenchymscheide handelt, ist nach Schwendener leicht zu erkennen, wenn man die Palissadenzellen beobachtet, die sich stets unmittelbar an die Parenchymscheide anschließen müssen. — Ein entgegengesetzter und besonders auffälliger Fall,

der für Scheide und Spreite zutraf, lag vor bei *Aristida adcensionis* und *barbicollis.* Hier waren die Mestomscheiden parenchymscheidenartig ausgebildet. Ihre Zellen enthielten Chlorophyll und übertrafen an Weitlumigkeit bedeutend die der sich um sie herumlegenden Parenchymscheide. — Die Wandverdickung der Mestomscheidenzellen ist sehr verschieden; besonders schwach verdickt fand ich sie bei *Tragus racemosus.* Die seitlichen Partien sind meist stärker verdickt als die nach der Ober- resp. Innenseite zu gelegenen. Oft sind sie auch einseitig verdickt; dann sind meist die dem Leitbündel zugewandten Wände stärker. Die Mestomscheide kann endlich wie die Parenchymscheide allseitig geschlossen oder von mechanischem Gewebe durchbrochen sein. Bei den primären Leitbündeln ist häufig das Phloem durch eine besondere Phloemscheide geschützt, die zum Teil nach der Unter- resp. Außenseite offen, zum Teil ganz geschlossen ist, namentlich in den Fällen, wo eine Mestomscheide fehlt und die Parenchymscheide deren Funktion übernommen hat. Ein vortreffliches Beispiel für eine stark ausgebildete ganz geschlossene Phloemscheide bot *Anthephora Hochstetteri*, besonders die Blattscheide. Weitere teilweise weniger gute Beispiele sind die beiden *Andropogon*-Arten, *Anthephora pubescens*, *Elionurus argenteus*, *Sporobolus marginatus* und die besonders xerophyten stielrund eingerollten Spreiten der Gattung *Aristida.* — Bei kleineren Leitbündeln umgibt die Mestomscheide oft nur das Phloem und ist hufeisenförmig nach dem Xylem zu geöffnet, welches dann die fehlenden Mestomscheidenzellen ersetzt, oder sie kann auch ganz fehlen (17).

Die Leitbündel stehen ihrer Lage nach gewöhnlich in einer Ebene; wenn man im Querschnitt ihre Mitte verbindet, so würde man bei der Scheide gekrümmte, bei der Spreite mehr oder weniger gerade oder gekrümmte Linien erhalten. Einige Ausnahmen davon waren, abgesehen von einigen besonders stark xerophyten Spreiten von Aristiden, besonders *Pennisetum cenchroides*, bei dessen Spreite die Verbindung der Leitbündel infolge ihrer abwechselnden Lage über und unter einer Gelenkzellgruppe eine Zickzacklinie ergeben würde, und *Andropogon papillosus*, bei dessen Spreite die größeren Bündel zwischen, die kleineren meist unterhalb der ansehnlichen Gelenkzellgruppen zu liegen kommen.

Endlich wäre noch das Verhältnis der großen primären Leitbündel zu den kleineren zu berücksichtigen. Um eine unnötige Wiederholung zu vermeiden, habe ich diese Verhältnisse im speziellen Teil übergangen; es schien mir der besseren Übersicht wegen zweckmäßiger, die Ergebnisse erst an dieser Stelle tabellarisch von sämtlichen von mir untersuchten Arten anzugeben. Es muß betont werden, daß die hier angegebenen Ziffern weniger eine absolute als eine relative Bedeutung haben. Es sind die Ergebnisse, wie ich sie an meinen Schnitten, die meist in verschiedener Höhe gemacht wurden, gefunden habe, und zwar wurde angegeben, wie viel kleine Leitbündel im Querschnitt auf ein großes folgen können. Natur-

gemäß werden bei Schnitten von anderen Blättern oder in anderer Höhe sich etwas andere Resultate ergeben können, wie ja in nächster Nähe der Blattspitze die Zahl der Leitbündel selbstverständlich abnimmt. Es kommt hier aber auch nur an auf einen Vergleich zwischen dem Verhältnis von größeren zu kleineren Leitbündeln bei Scheide und Spreite.

	Scheide	Spreite
Andropogoneae.		
Elionurus argenteus . . .	1 : 1—3	1 : 2—6
Andropogon contortus . .	1 : 1—5	1 : 6—8
A. papillosus	1 : 3—4	1 : 7
Paniceae.		
Pennisetum cenchroides .	1 : 1—3	1 : 3—7
Panicum repens	1 : 1	1 : 3
P. nigropedatum	1 : 1—3	1 : 3—5
P. trichopus	1 : 1—3	1 : 3—8
Tricholaena rosea	1 : 2—3	1 : 3—4
Setaria verticillata . . .	1 : 1—3	1 : 4—10
S. aurea	1 : 3—5	1 : 6—11
Zoysieae.		
Anthephora pubescens . .	1 : 1—2	1 : 3—7
A. Hochstetteri	1 : 1—3	1 : 1—9
A. undulatifolia	1 : 1—3	1 : 3—7
Tragus racemosus	1 : 3	1 : 3—4
Agrostideae.		
Aristida uniplumis . . .	1 : 1—3	1 : 1—2
A. ciliata	1 : 1—3	1 : 1—2
A. adcensionis	1 : 1—2	1 : 1—5
A. barbicollis	1 : 0—1	1 : 1—3
A. obtusa	1 : 1	1 : 1

	Scheide	Spreite
Aristida namaquensis . .	1 : 1—3	1 : 1—2
Sporobolus marginatus . .	1 : 1—3	1 : 1—4
Sp. nebulosus	1 : 1—3	1 : 3—5
Sp. nebulosus major perennis	1 : 1—2	1 : 1
Aveneae.		
Danthonia spec.	1 : 1—3	1 : 1—4
Chlorideae.		
Cynodon Dactylon	1 : 1—3	1 : 2—4
Pogonarthria tuberculata .	1 : 1—2	1 : 1—3
Dactyloctenium aegypticum	1 : 1—3	1 : 3—7
Microchloa setacea	1 : 3—4	1 : 1—4
Festucaceae.		
Eragrostis auriculata . .	1 : 1—3	1 : 2—4
E. porosa	1 : 1—3	1 : 2—7
E. laevissima	1 : 1—3	1 : 3—4
E. denudata	1 : 1—2	1 : 2—4
E. trichophora	1 : 1—3	1 : 2—4
E. spinosa	1 : 1	1 : 3
Pappophorum scabrum . .	1 : 1—3	1 : 1—4
P. molle	1 : 1—3	1 : 3—5
Schmidtia pappophoroides	1 : 1—3	1 : 2—5
Sch. bulbosa	1 : 1—3	1 : 2—4

Und da ergibt sich denn aus der Tabelle ohne weiteres, daß fast ganz allgemein das Verhältnis bei der Spreite ein viel größeres ist als bei der Scheide. Eine Zählung der primären Leitbündel bei Scheide und Spreite zeigte, daß im großen und ganzen ihre Zahl bei der jedesmal verglichenen Scheide und Spreite die gleiche war. Es ist also die Zahl der Leitbündel bei der Scheide im Vergleich zu der der Spreite meist geringer; eine Verzweigung findet häufig im Blattgrund statt. Da die Breite der Spreite die der Scheide im allgemeinen nicht übersteigt, ist die Veringerung der Zahl der Leitbündel der Scheide nur dadurch möglich, daß hier die einzelnen Leitbündel meist viel weiter aus einander liegen als bei der Spreite und durch viel farbloses Parenchym von einander getrennt sind, was besonders gut bei *Eragrostis spinosa* zu beobachten war. Bisweilen finden sich

zwischen den Leitbündeln außenseits Bündel mechanischen Gewebes an Stellen, wo man auch Leitbündel vermuten könnte.

Ausnahmen von dieser Regel bilden die Vertreter des Typus, bei dem die stark xerophyte Spreite stielrund eingerollt ist und bei oberflächlicher Betrachtung mehr einem Stiel als einer Blattspreite ähnelt. Es sind *Aristida uniplumis*, *ciliata*, *obtusa*, *namaquensis* und *Sporobolus nebulosus mojor perennis*. Hier waren die Leitbündel bei der Scheide zahlreicher als bei der reichlich mit Sklerenchym ausgestatteten Spreite. Eine möglichst große Einschränkung der Leitbündel dürfte bei diesem Blattspreitentypus, dessen ganzer Bau vor allem anderen auf eine äußerste mechanische Festigung hinzielt, nur von Vorteil sein. — Bei *Microchloa setacea* folgten bei der Scheide jederseits von dem mittleren primären Leitbündel 3 kleine, 1 großes und 4 kleine, bei der Spreite 3 bis 4 kleine, 1 großes und 1 kleines. Dies mag wohl nur daran liegen, daß die Breite der Spreite geringer war als die der Scheide.

Über die Anordnung des mechanischen Gewebes hat SCHWENDENER in seinem »mechanischen Prinzip im Bau der Monokotylen« (16) nähere Angaben gemacht. Er hat gezeigt, daß in der Regel Iförmige Träger gebildet werden, deren meist subepidermal gelegene Gurtungen durch das mechanische Gewebe repräsentiert werden, während zur Füllung die Leitbündel oder Parenchym genügen. In den meisten Fällen liegt das mechanische Gewebe bei der Spreite in Bündeln ober- und unterhalb der Leitbündel, entweder sich direkt an sie anschließend oder durch Parenchym von ihnen getrennt, bei kleineren Leitbündeln kann es ober- oder beiderseits fehlen. Der von SCHWENDENER als besonderer Typus angegebene Fall, daß »einfache I förmige Träger auf beiden Blattseiten, aber in »alternierender, nicht opponierender Stellung« vorkommen, war bei *Pennisetum cenchroides* vertreten. Bei den Spreiten mit vergrößerter Mittelrippe kommt es bei dieser nicht selten zur Ausbildung von subepidermalen Bändern mechanischen Gewebes auf der Oberseite, z. B. bei *Andropogon papillosus*, *Tricholaena rosea* und *Sporobolus marginatus*. Auch zwischen den Leitbündeln kann mechanisches Gewebe auftreten; so fand ich es in kleineren Bündeln an der Epidermis der Unterseite den Gelenkzellgruppen gegenüber bei *Aristida adcensionis* und *barbicollis*. In größeren Mengen tritt es oft auch an den Blatträndern auf.

Bei der Scheide ist mechanisches Gewebe im allgemeinen in größerer Menge vorhanden als bei der Spreite. An der Innenseite fehlt es freilich sehr oft; wenn es vorhanden, so ist es meist nur schwach ausgebildet und hat bei den dicken Scheiden die Verbindung mit dem Leitbündel verloren. In manchen Fällen kommt es hier zur Bildung von Bastbändern, so bei den drei untersuchten *Anthephora*-Arten, besonders bei *Anthephora Hochstetteri*. An der Außenseite dagegen ist mechanisches Gewebe reichlich vorhanden und steht hier auch gewöhnlich mit den kleineren Leitbündeln

in Verbindung, was bei der Spreite meist nicht der Fall ist. Sehr häufig finden sich ganze Bündel mechanischen Gewebes, die mit der Außenepidermis in Verbindung stehen, wie bereits erwähnt, zwischen dem eben beschriebenen mechanischen Gewebe außenseits der Leitbündel. Diese Bündel werden nicht selten flacher und breiter, so daß sie im Querschnitt bandartig erscheinen. Solche Bänder mechanischen Gewebes an der Scheidenaußenseite waren beispielsweise bei den stark xerophyten *Aristiden* vorhanden.

Zum Schluß mögen noch zwei Fälle erwähnt werden, die ein besonderes Interesse beanspruchen. Die drei Vertreter der Gattung *Anthephora* zeichnen sich aus durch die stark vorspringenden Bündel mehanischen Gewebes. Diese Erscheinung, welche bei Scheide und Spreite — bei ersterer meist weniger stark ausgeprägt — zutage tritt, ist bei *Anthephora Hochstetteri* am schönsten ausgeprägt. Hier ragen meist ober- und unterseits die Bündel mechanischen Gewebes mit ihrer ganzen Masse über das Niveau der übrigen Spreite heraus. Es macht fast den Eindruck, als ob innerhalb der Spreite kein Raum für das mechanische Gewebe vorhanden gewesen.

Ein noch eigenartigeres Aussehen hat die Blattspreite von *Microchloa setacea* (siehe speziellen Teil S. 27). Mechanisches Gewebe ist in geringer Menge ober- und unterseits der Leitbündel vorhanden. Außerdem aber kommt es auf beiden Seiten der Spreite in außerordentlich großer Menge zwischen dem vorletzten primären und dem letzten kleineren Leitbündel vor. Hier füllt es den ganzen Raum des Mesophylls aus und läßt nur die meist in Zweizahl vorhandenen sehr langgestreckten Zellen zwischen sich, die dickwandige und getüpfelte Wände haben und im Längsschnitt sich als in einer Reihe angeordnete ziemlich flache Zellen erweisen. Während durch das Vorhandensein dieser Bildungen die Blattspreite von *Microchloa setacea* gegenüber den anderen untersuchten Gräsern ein eigenartiges Bild liefert, was noch vermehrt wird durch die infolge des vielen mechanischen Gewebes schwach verdickten und so etwas keulenförmig angeschwollenen Enden der Spreite, war bei der Scheide von alledem nichts zu bemerken.

II. Anpassungen an Klima und Standort.

Nachdem der anatomische Bau der Grasblätter bei der ganzen bisherigen Betrachtung darauf hindeutet, daß es sich hier um Pflanzen handelt, die aus trockenen Gegenden stammen, erscheint es zweckmäßig, der Betrachtung von klimatischen Anpassungen einige kurze Bemerkungen über das Klima selbst voranzuschicken.

Deutsch-Südwestafrika ist ein im allgemeinen als subtropisch zu bezeichnendes Gebiet. Das Jahr zerfällt in ein Sommerhalbjahr oder eine Regenzeit, die Anfang Oktober beginnt und ihren Höhepunkt in den Monaten Dezember bis März erreicht, und in ein Winterhalbjahr oder die Trocken-

zeit. Die Temperatur ist verhältnismäßig hoch, namentlich in der Sonne ist es recht heiß. Nach François (5) beträgt im Sommer das absolute Maximum im Schatten + 38, das absolute Minimum in der Nacht + 15° C. Auch im Winter, wo für die kältesten Monate als Maximum + 28, als Minimum — 9° C. angegeben werden, ist die Erwärmung in der Sonne beträchtlich. Schinz (15) berichtet, daß zu dieser Jahreszeit durch die direkten Sonnenstrahlen der Boden bisweilen bis auf 60° erhitzt wird, und daß die so übermäßig erhitzten Felsen bei der starken nächtlichen Abkühlung mit lautem Geknatter zerspringen.

Die Feuchtigkeitsverhältnisse sind nicht gerade sehr günstig. Die Niederschlagsmengen nehmen im allgemeinen von W. nach O. und von S. nach N. zu (10). Die Flüsse füllen sich bei Beginn der Regenzeit, aber der ausgetrocknete Boden nimmt meist soviel Wasser auf, daß sie nur selten ihre Mündung erreichen (1). So liegen denn auch die meisten Flußbetten während des größten Teils des Jahres trocken. Nur drei führen während der ganzen Jahreszeit fließendes Wasser: Der Kuene und Okawango im äußersten N. und der Oranje im äußersten S. Der Fischfluß bildet eine Ausnahme insofern, als er in der Regenzeit in den Oranjefluß mündet und während der Trockenzeit sich in breite Wassertümpel auflöst, die zum Teil auch die Trockenzeit überdauern.

Bei den Anpassungen der Pflanzen an das Klima werden vornehmlich die perennierenden Gräser in Betracht kommen, die ja auch den Hauptbestandteil des bearbeiteten Materials ausmachten. Schutz gegen übermäßige Wasserentziehung und Austrocknen, das ist das eigentliche Problem, um welches sich die Anpassungserscheinungen bei der Blattanatomie dieser Gräser drehen. Ähnliche klimatische Verhältnisse lagen auch bei den Pflanzen vor, die Volkens in seiner Wüstenflora behandelt, und so werden uns auch hier viele analoge Erscheinungen entgegentreten.

Unter den Einrichtungen, welche eine Herabsetzung der Transpiration erzielen, ist zunächst der Fall hervorzuheben, daß die Verdunstungsfläche reduziert wird. Hierher sind einmal die Gräser zu rechnen, bei denen ein Verkümmern der Blätter eingetreten ist, besonders *Eragrostis spinosa* mit seinen teilweise zu Dornen reduzierten Spreiten, sodann die, bei denen dasselbe durch Einrollen der Blätter erreicht wird. Der letztere Fall war in außerordentlicher Vollkommenheit bei fünf Arten zu beobachten, bei *Aristida uniplumis*, *ciliata*, *obtusa*, *namaquensis* und *Sporobolus nebulosus major perennis*. Bei diesen stielrund eingerollten Blättern können die direkten Sonnenstrahlen meist nur auf die Epidermis der Unterseite wirken, die durch verdickte Zellwände, Kutikula, oft auch besondere Schutzvorrichtungen der Spaltöffnungen geschützt sind. Die zartere Oberseite dagegen ist gegen übermäßige Transpiration außerordentlich gut gesichert, indem durch das Einrollen eine, bei Rippenbildung mehrere absolut windstille Rinnen gebildet werden, in denen, zumal wo außerdem meist

reichlich Haarbildungen vorhanden sind, die Feuchtigkeit lange zurückgehalten werden kann. Dasselbe wird, wenn auch in unvollkommenerer Weise durch jede Rippenbildung erreicht; besonders gut war solche bei *Danthonia spec.* und *Eragrostis spinosa* vorhanden, bei deren Unterseite die tiefen Rinnen, welche an ihren Seiten die Spaltöffnungen führen, durch die sehr zahlreichen sie überdachenden Stachelhaare von der Außenathmosphäre getrennt werden. — Zur Herabsetzung der Transpiration dienen sodann die verdickten und wohl stets kutinisierten Zellwände und die sie überziehende Kutikula, sowie die mannigfaltigen Schutzvorrichtungen der Spaltöffnungen. Bei stark xerophyten Gräsern ist das Lumen dieser, wie schon Volkens angibt, durch Wandverdickung oft sehr stark eingeengt. Ihr häufiges Vorkommen in Rinnen, sowie ihr Schutz durch Haarbildungen sind weitere Anpassungen, ebenso ihre gelegentlich eingesenkte Lage. Nicht selten sind die Langzellen mit Papillen versehen, die ebenfalls zum Teil die Spaltöffnungen überdachen, z. B. bei den Spreiten der beiden *Andropogon*-Arten, *Panicum repens*, *Cynodon Dactylon*, *Dactyloctenium aegypticum*, *Microchloa setacea*, *Tragus racemosus* und den drei *Sporobolus*-Arten, bisweilen führen auch die Spaltöffnungen selber Papillen, was der Fall war bei der Spreitenunterseite von *Aristida obtusa*.

Nach Betrachtung dauernder anatomischer Einrichtungen mögen noch einige Fälle von besonders auffälligen Selbstregulierungen angeführt werden.

1. Vornehmlich bei den Spreiten, wo die Spaltöffnungen von sehr weitlumigen Epidermiszellen umgeben sind und, wenn diese prall gefüllt sind, meist vorragen, war bei Wassermangel ein Zurücktreten bis zur Ebene der übrigen Epidermis oder schwaches Einsenken unter dieselbe vorhanden. Die meist breiten Nebenzellen begünstigten diese Selbstregulierung. Ein Beispiel sei *Pennisetum cenchroides*.

2. Bei einigen Gräsern, z. B. *Cynodon Dactylon*, *Pappophorum scabrum* und *molle* sanken bei Wassermangel die sonst in der Ebene gelegenen Gelenkzellgruppen mehr zusammen und kamen in eine schwach eingesenkte Lage. Auf diese Weise entstanden Rillen, an deren Seiten sich nunmehr die sonst ebenfalls in der Ebene stehenden Spaltöffnungen befanden.

3. Ein besonders interessanter Fall lag vor bei *Sporobolus marginatus*, *Tragus racemosus* u. a. Auch hier lagen die prall gefüllten Gelenkzellen nahezu in einer Ebene mit der übrigen Epidermis, seitlich von ihnen die Spaltöffnungen. Bei mangelndem Wassergehalt rollt sich das Blatt ein, die Gelenkzellen werden lang und schmal und stülpen sich oft weit über die Oberfläche vor. Dadurch kommen zugleich die Spaltöffnungen in eine tiefere und geschützte Lage, indem sie nun am Grunde von rinnenartigen Vertiefungen liegen, deren Seitenwände durch die vorgestülpten Gelenkzellen und die über den Leitbündeln gelegenen häufig auch vorragenden Partien gebildet werden. Überdies werden sie geschützt durch die sich

nunmehr über sie hinlegenden Papillen der Zellen ihrer Umgebung, auch der Gelenkzellen. Die biologische Bedeutung der sonst einfach emporragenden Papillen der Gelenkzellen wird überhaupt erst jetzt verständlich.

Neben diesen Schutzvorrichtungen gegen übermäßige Transpiration sind nun eine Reihe von Einrichtungen vorhanden, die als Reservoire für das vorhandene Wasser aufgefaßt werden können. Abgesehen von dem farblosen Parenchym der Scheide und den vergrößerten Spreitenmittelrippen spielt hier in erster Linie die Epidermis eine wichtige Rolle, deren Zellen oft außerordentlich weitlumig sind. Bei einzelnen Spreiten, z. B. der *Setarien*, waren fast alle Zellen ziemlich gleichmäßig vergrößert, während in den meisten Fällen die Vergrößerungen sich auf die Gelenkzellen beschränkten, deren Weitlumigkeit dann allerdings oft eine sehr beträchtliche ist. Wie schon oben angegeben, werden die Gelenkzellen ihrer Hauptfunktion nach als Wasserspeicher gedeutet. Häufig schließen sich an sie weitere blasenförmige farblose Zellen des Mesophylls an, die derselben Funktion dienen und sich oft quer durch das Blatt bis zur Unterseite hinziehen. Über den besonderen Fall von *Microchloa setacea*, dessen große und getüpfelte Zellen zwischen den beiden letzten Leitbündeln wohl auch als Wasserspeicher zu deuten sind, wurde bereits an anderer Stelle ausführlich gesprochen.

In Beziehung zur Wasseraufnahme scheinen auch in vielen Fällen die Trichome zu stehen. Wiederholt begegnete ich in der Literatur Vermutungen, daß die Borsten- oder Polsterhaare zwischen den Gelenkzellen der Wasseraufnahme dienen werden. Einige Beobachtungen, wo die Wurzeln solcher Haare stark getüpfelt waren, z. B. der Borstenhaare von *Tricholaena rosea*, der Stachelhaare von *Pennisetum cenchroides* scheinen mir ein Beweis für die Richtigkeit dieser Vermutung zu sein. Was ferner die Winkelhaare betrifft, die in auffallender Weise vornehmlich tropischen und subtropischen Gräsern zukommen, so hält schon Grob es für wahrscheinlich, daß sie bei der Aufnahme atmosphärischer Feuchtigkeit eine Rolle spielen. Dafür spricht insbesondere auch ihr zarter Bau und ihr fast ausschließliches Vorkommen über Parenchym. Bei den großen zweizelligen Haaren mit ihrem keulenförmigen Ende der vier untersuchten *Pappophorum* und *Schmidtia*-Arten war ich wegen ihrer Lage und ihrer Länge, die etwa der von gewöhnlichen Polsterhaaren entspricht, zweifelhaft, ob ich sie noch als Winkelhaare anführen dürfe. Sie liegen in den Gelenkzellgruppen und stehen mit ihren zwiebelförmigen stark getüpfelten Wurzeln in direkter Verbindung sowohl mit dem farblosen Parenchym als auch den assimilierenden Palissadenzellen. Auch hier wird man an ein Beteiligtsein an der Wasseraufnahme denken können. Vielleicht besteht — was an frischem Material wohl festzustellen wäre — ihre Funktion auch darin, daß sie Sekrete absondern (mit Sudan färben sie sich rot, wie auch die Winkelhaare), was nach Haberlandt und Volkens eine große biologische

Bedeutung haben kann, insofern, als die mit den Dünsten ätherischer Öle gesättigte Luft die Sonnenstrahlen weniger gut hindurch läßt.

Das Assimilationsgewebe war meist in der Form des Kranztypus angeordnet. Daß diese Anordnung, die für tropische Gräser besonders typisch ist, für intensive Lichtstrahlen die günstigste ist, liegt auf der Hand. Die Palissadenzellen sind soweit wie möglich von der Oberfläche zurückgewichen und haben sich um die Leitbündel gruppiert. In einzelnen Fällen war die Parenchymscheide am stärksten chlorophyllhaltig und hatte somit die Haupttätigkeit der Assimilation übernommen. Dort war das Bestreben des Chlorophyllgewebes, sich vor den Sonnenstrahlen zu verbergen, dann am vollständigsten erreicht.

Wenden wir uns endlich dem mechanischen Gewebe zu, so ist es eine bekannte Tatsache, daß dies bei stark xerophyten Pflanzen in besonders reichem Maße ausgeprägt ist. Die Bedeutung dieser starken Ausbildung liegt darin, daß das mechanische Gewebe der Pflanze die nötige Festigkeit gibt, so daß sie auch während langer Trockenzeiten ihre aufrechte Haltung und Biegungsfestigkeit sich bewahren kann, während sonst bei Turgorschwankungen die Gefahr des Welkens viel größer ist. So mag es auch eine tiefere Bedeutung haben, daß die Phloemspaltung, die durch Einlagerung mechanischen Gewebes quer durchs Phloem vollzogen wurde, gerade bei *Sporobolus nebulosus major perennis*, einem der stärksten Xerophyten, eingetreten war. Bei den Gräsern mit besonders gut entwickeltem Wasserspeichergewebe wie etwa *Pennisetum cenchroides* oder *Setaria aurea* trat das mechanische Gewebe mehr zurück, wohl ein Beweis dafür, daß die großen blasenförmigen Epidermiszellen den Aufgaben ihrer Funktion als Wasserspeicher gut gewachsen sind. Besonders stark war mechanisches Gewebe ausgebildet bei den xerophyten stielrund eingerollten Blattspreiten und der schon mehrfach erwähnten *Anthephora Hochstetteri*. Bei der letzteren war das Gesetz, daß die Festigkeit eines I-förmigen Trägers um so größer ist, je weiter seine Gurtungen aus eineinander liegen, in deutlichster Weise demonstriert, indem hier die Gurtungen nicht nur an die äußersten Stellen der Spreite gerückt, sondern noch weit über das Niveau der gesamten Spreitenoberfläche hinausgegangen waren.

Endlich möge noch mit einigen Worten auf die Untersuchungen eingegangen sein, wo es sich um Vertreter derselben Art handelt, die von verschiedenen Standorten herrühren. In vielen Fällen haben sich auch da mehr oder weniger große Unterschiede bei verschiedenen Exemplaren ein und derselben Art ergeben. Es liegt nun die Vermutung nahe, daß auch hier Anpassungen an Klima und Standort vorliegen, aus denen sich die Verschiedenheiten des anatomischen Baues herausgebildet haben. Selbstverständlich muß man an diese Fragen mit großer Vorsicht herangehen, zumal wenn man nur auf Angaben über den betreffenden Standort angewiesen ist,

ohne diesen selbst zu kennen. Doch scheint es mir angebracht, wenigstens den einen Fall von *Eragrostis porosa* zu erwähnen, wo das Exemplar aus Otjimbingue einen stärker xerophyten Bau aufwies als das aus Groß-Barmen, und dieses wieder xerophyter gebaut war als die aus Orab stammende Pflanze, was mit den Angaben über die dortigen Standorts- und Klimaverhältnisse durchaus übereinstimmt. Bei *Tricholaena rosea* war die aus Otawifontein stammende Art perennierend, die aus Farm Gras annuell, was sich auch in ihrem anatomischen Bau dadurch kundgibt, daß die erstere kräftiger gebaut war und zum Unterschied von der zweiten eine schwach vergrößerte Mittelrippe aufwies.

III. Einige für die Systematik bedeutsame anatomische Charakteristika.

Bei all den durch die verschiedensten Anpassungen herausgebildeten Merkmalen der inneren Struktur eines Organs hat sich die letztere doch bei jeder Art und Gattung ihre ganz bestimmte und umgrenzte Eigenart bewahrt, wodurch eben ihre systematische Stellung bedingt wird. Die große Bedeutung, die der anatomische Bau insbesondere der Blattspreiten für die Systematik hat, ergibt sich ohne weiteres aus dem speziellen Teil, wo jede Art sich von der anderen durch gewisse anatomische Merkmale unterscheidet, während andererseits den Arten innerhalb derselben Gattung gewisse Merkmale eigen sind. Zu den letzteren wäre in erster Linie die Form der Winkelhaare zu zählen, die bei den verschiedenen Arten derselben Gattung, wenigstens bei den von mir untersuchten Gräsern, stets dieselbe war. Nach dem ganzen Habitus der Blätter wäre man geneigt, *Sporobolus nebulosus major perennis* mit seinen xerophyten eingerollten Spreiten für eine *Aristida* zu halten. Die ganz andersartige und auch den beiden anderen untersuchten *Sporobolus*-Arten zukommende fast kugelige Form der Winkelhaare — während sich bei den Aristiden zylindrische Winkelhaare finden — lehrt, daß es sich hier um verschiedene Gattungen handelt.

Als andere Merkmale, die eine Zusammengehörigkeit vermuten lassen, seien nur die beiden untersuchten Setarien genannt mit ihren weitlumigen Epidermiszellen der Spreite und den ein spitzwinkeliges Dreieck bildenden Mittelrippen, und die *Anthephora*-Arten, bei denen das vorspringende mechanische Gewebe bei den verschiedenen Arten in verschieden hohem Grade ausgeprägt ist. Und doch sind in all' den Fällen wieder Merkmale genug vorhanden, welche die einzelnen Arten auch als solche aus einander halten, namentlich häufig Verschiedenheiten in dem Bau der Epidermen. Bei den zuletzt genannten *Anthephora*-Arten war beispielsweise *Anthephora pubescens* durch das Vorhandensein zahlreicher Weichhaare neben Stachelhaaren charakterisiert; *Anthephora Hochstetteri* führte statt dessen nur, aber sehr zahlreich Stachelhaare, wärend *Anthephora undulatifolia* wieder mit Weich- und Polsterhaaren versehen war, aber in weit geringerer Anzahl als die erstgenannte Art. — Unter den *Panicum*-Arten unterschied sich *Panicum*

repens von *Panicum nigropedatum* und *trichopus* ohne weiteres durch die sehr zahlreichen Kutispapillen der Spreitenoberseite, welche den beiden letzterwähnten Arten derselben Gattung vollkommen fehlten.

Zum Schluß sei noch kurz eingegangen auf die *Aristida*-Arten, die nach phylogenetischen Gesichtspunkten betrachtet es wahrscheinlich machen, daß es hier im wesentlichen klimatische Verhältnisse gewesen sein mögen, die den einzelnen Arten ihr Gepräge gegeben. Von verhältnismäßig geringer Xeromorphose bis zum ausgeprägtesten Xerophytenbau sind hier alle Übergänge vorhanden. *Aristida barbicollis* ist ein wenig xerophyt gebautes Gras, *Aristida adcensionis* schon stärker, *Aristida uniplumis* neigt bereits sehr zur Einrollung, *Aristida namaquensis*, *ciliata* und *obtusa* zeigen stielrund eingerollte Blattspreiten. Bei der letzteren sind die Gelenkzellen der nunmehrigen Spreiteninnenseite vollkommen geschwunden, so daß hier ein Entfalten der Spreite bereits zur Unmöglichkeit geworden ist.

Kurze Zusammenfassung der Hauptergebnisse.

Nachdem im speziellen Teil die Grasblattanatomie bei einer Reihe von südafrikanischen Arten beschrieben, wobei manche interessante Einzelheiten zutage traten, lehrte ein Vergleich zwischen den Scheiden und Spreiten, daß die verschiedene Funktion auch im anatomischen Bau zum Ausdruck gebracht wird, indem bei der Scheide hauptsächlich das der Wasserspeicherung dienende farblose Parenchym ausgebildet ist, während bei der Spreite mehr das Assimilationsgewebe hervortritt. Trotz des auf den ersten Blick so verschiedenen Aussehens dieser beiden Blatteile zeigt eine nähere Untersuchung, daß doch auch große Übereinstimmungen vorhanden sind. Fehlen oder Vorhandensein der Mestomscheide bei der Blattscheide richtete sich ganz nach dem bei der Spreite; ebenso war die Gestalt der Winkelhaare und im großen und ganzen auch der Kieselzellen und manche andere gerade für die einzelnen Arten charakteristische Merkmale bei Scheide und Spreite dieselben. Im allgemeinen gilt als Regel, daß die Scheide kräftiger gebaut ist als die Spreite, was sich in der Ausbildung des mechanischen Gewebes und der Außenepidermis kundgibt.

Ferner glaube ich bei der Betrachtung der inneren Struktur dieser aus einem begrenzten subtropischen Gebiet entnommenen Gräser nach ökologischen Gesichtspunkten neben den bisher bekannten Anpassungserscheinungen auch einige neue gefunden zu haben.

Was endlich die Beziehungen des anatomischen Baues zur Systematik anbelangt, so hat sich gezeigt, daß derselbe so viele Mannigfaltigkeiten aufweist, daß die einzelnen Arten sich sehr wohl nach ihrem anatomischen Bau unterscheiden und in vielen Fällen auch ohne weiteres aus einander halten lassen.

Die vorliegende Arbeit wurde im Botanischen Institut der Universität Kiel ausgeführt.

Meinem hochverehrten Lehrer Herrn Geheimrat Prof. Dr. REINKE sowie Herrn Dr. SCHRÖDER bin ich für die mannigfachen Ratschläge und Anregungen, Herrn Dr. HEERING in Hamburg für die freundliche Überlassung des Materials zu großem Danke verpflichtet.

Literaturverzeichnis.

1. DANIEL, Handbuch der Geographie. Leipzig.
2. DE BARY, A., Vergl. Anatomie der Vegetationsorgane. Leipzig 1877.
3. DOVE, KARL, Deutsch-Südwestafrika.
4. ENGLER und DRUDE, Die Vegetation der Erde.
5. FRANÇOIS, H. v., Nama — und Damara. Magdeburg.
6. GROB, AUGUST, Beiträge zur Anatomie der Epidermis der Gramineenblätter. Bibliotheca botanica, Heft 36. 1896.
7. GÜNTZ, H. E. M., Untersuchungen über die anatomische Struktur der Gramineenblätter in ihrem Verhältnis zu Standort und Klima. Diss. Leipzig 1886.
8. HABERLANDT, G., Physiologische Pflanzenanatomie.
9. HACKEL, E., Über einige Eigentümlichkeiten der Gräser trockener Klimate. Verh. d. zool.-bot. Vereins in Wien, 40. 1890
10. HEERING und GRIMME, Untersuchungen über die Weideverhältnisse in Deutsch-Südwestafrika.
11. KIRCHNER, LÖW, SCHRÖTER. Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. Stuttgart 1908.
12. KNY, L., Über einige Abweichungen im Bau des Leitbündels der Monokotyledonen. Verh. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenb. XXIII. 1881.
13. LEHMANN, ERNST, Über den Bau und die Anordnung der Gelenke der Gramineen. Diss. Straßburg 1906.
14. LOHAUSS, KARL, Der anatomische Bau der Laubblätter der Festucaceen und dessen Bedeutung für die Systematik. Bibl. botan., 63. 1905.
15. SCHINZ, HANS, Deutsch-Südwestafrika.
16. SCHWENDENER, S., Das mechanische Prinzip im anatomischen Bau der Monokotylen. Leipzig 1874.
17. SCHWENDENER, S., Die Mestomscheiden der Gramineenblätter. Sitzungsber. d. Kön. Preuß. Ak. d. Wiss. z. Berlin. 1890.
18. SCHWENDENER, S., Die Spaltöffnungen der Gramineen und Cyperaceen. Sitzungsber. d. Kön. Preuß. Ak. d. Wiss. z. Berlin. 1889.
19. TSCHIRCH, A., Beiträge zu der Anatomie und dem Einrollungsmechanismus einiger Grasblätter. Pringsheim. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 13. 1882.
20. TSCHIRCH, A., Über die Anatomie und den Entwicklungsmechanismus einiger Grasblätter (und ein Fall von Phloemspaltung). Verh. d. bot. Ver. Brandenburg 23 1881.
21. VOLKENS, GEORG, Die Flora der ägyptisch-arabischen Wüste. Berlin 1887.
22. WARMING, EUG., Lehrbuch der ökologischen Pflanzenanatomie. Berlin 1896.
23. WARNCKE, FRIEDR., Neue Beiträge zur Kenntnis der Spaltöffnungen. Leipzig 1911.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Andropogoneae. Fig. 1. *Elionurus argenteus*, Epidermis der Scheideninnenseite bestehend aus Langzellen mit glatten Seitenwänden und Spaltöffnungen (Vergr. 295).

Fig. 2. Id. Epidermis der Scheidenaußenseite: Langzellen mit gewellten Seitenwänden, Spaltöffnungen, hantelförmigen Kieselzelllen (*ki*), Korkzellen (*ko*), Stachelhaaren und zylindrischen Winkelhaaren (295).

Fig. 3. Id. Epidermis der Spreitenunterseite: Weitgehende Übereinstimmung mit der Epidermis der Scheidenaußenseite (295).

Fig. 4. Id. Epidermis der Spreitenoberseite: Die großen Zellen erweisen sich in der Flächenansicht als Langzellen mit glatten Seitenwänden (295).

Fig. 5. Id. Blattspreitenquerschnitt: Keine Rippenbildung; die Epidermis der Oberseite besteht aus großen blasenförmigen Zellen, die in der Mittelrippe gelenkzellartig vergrößert sind, dazwischen große Borstenhaare. Farbloses Parenchym findet sich häufig ein bis mehrere Zellen stark oberhalb der Leitbündel. Mechanisches Gewebe unterhalb der Leitbündel und an den Blatträndern (46).

Fig. 6. *Andropogon contortus*, Blattscheidenquerschnitt: Starke Vergrößerung der Mittelrippe infolge mächtiger Ausbildung farblosen Parenchyms (20).

Fig. 7. Id. Spreitenquerschnitt: Die Epidermiszellen der Oberseite sind groß und in der Mittelrippe zu einer Gelenkzellgruppe ausgebildet (20).

Fig. 8. *A. papillosus.* Spreitenquerschnitt. Gelenkzellen finden sich oberseits zwischen den größeren und oberhalb der kleineren Leitbündel, zwischen ihnen gelegentlich Polsterhaare. Über der Mittelrippe keine Gelenkzellen, sondern ein Bastband. Papillen an der Epidermis der Unterseite sind zahlreicher als bei der vorigen (20).

Tafel II.

Paniceae. Fig. 9. *Pennisetum cenchroides.* Spreitenquerschnitt: Stark vergrößerte Mittelrippe, ober- und unterseits gerippt, Gelenkzellen ober- und unterseits, aber nicht einander gegenüberliegend, sondern alternierend, damit zusammenhängend die in einer Zickzacklinie liegenden Leitbündel (20).

Fig. 10—12. *Panicum*-Arten, Spreitenquerschnitte: Vergrößerte Mittelrippe meist schwach ausgebildet, Gelenkzellen zwischen je zwei Leitbündeln (15).

Fig. 10. *P. repens*, Spreitenoberseite sehr reich an Papillen.

Fig. 11. *P. nigropedatum*, Spreitenoberseite ohne Papillen, dafür reichlicher mit Stachelhaaren.

Fig. 12. *P. trichopus*, Ober- und Unterseite mit Polsterhaaren.

Fig. 13. *Tricholaena rosea*, Spreitenquerschnitt. Unterseite ist gerippt; zwischen je zwei Leitbündeln oberseits Gelenkzellen, aus denen oft gekrümmte Borstenhaare mit getüpfelter zwiebelartiger Wurzel entspringen (35).

Fig. 14. *Setaria aurea*, Spreitenquerschnitt; Stark vergrößerte Mittelrippe, die Epidermiszellen der Ober- und Unterseite sind groß und weitlumig (20).

Zoysieae. Fig. 15. *Anthephora pubescens*, Spreitenquerschnitt: Vergrößerte Mittelrippe. Oberseits Gelenkzellen zwischen den großen, über den kleinen Leitbündeln, mechanisches Gewebe unterseits vorspringend, zahlreiche Weichhaare (15).

Fig. 16. *A. Hochstetteri*, Spreitenquerschnitt: Sehr charakteristisches Blatt, besonders infolge des stark ausgeprägten weit über das Niveau der übrigen Oberfläche hervortretenden mechanischen Gewebes; zahlreiche Stachelhaare (15).

Fig. 17. *Tragus racemosus*, Spreitenquerschnitt: Keine vergrößerte Mittelrippe, große Randstachelhaare, Oberseite mit Cutispapillen (15).

Tafel III.

Agrostideae. Fig. 18. *Aristida uniplumis*, Spreitenquerschnitt, das xerophyt gebaute Blatt neigt zur Einrollung, oberseits zahlreiche Stachelhaare (47).

Fig. 19. *A. ciliata*, Spreitenquerschnitt, sehr stark xerophyt, stielrund eingerollt, Oberseite mit zahlreichen Weichhaaren (47).

Fig. 20. *A. adcensionis*, Spreitenquerschnitt, viel weniger xerophyt, ober- und unterseits gerippt. Das mittlere Leitbündel ist von dem nächsten primären zum Unterschied von den vorigen durch fünf kleine Leitbündel getrennt, was mit der geringeren Xeromorphose zusammenhängt (47).

Fig. 21. *A. barbicollis*, Spreitenquerschnitt; das wenig xerophyte Blatt zeigt mehr Neigung zur Faltung als zum Einrollen (35).

Fig. 22. *A. obtusa*, a) Blattscheidenquerschnitt; außenseits durch tiefe Einkerbungen gerippt, neun Leitbündel (35), b) Spreitenquerschnitt; äußerst stark xerophyter Bau des stielrund eingerollten Blattes, dessen Gelenkzellen der Oberseite bereits ganz geschwunden sind, so daß ein Sichöffnen unmöglich ist. — Man beachte dieselbe Art der Rippenbildung der Unterseite wie bei der Scheidenaußenseite, ferner die reduzierte Anzahl der Leitbündel (35), vergl. S. 44.

Fig. 23. *A. namaquensis*, Spreitenquerschnitt; meist stielrund eingerollt, ähnelt vielfach *A. ciliata*, nur weniger stark xerophyt (35).

Fig. 24. *Sporobulus marginatus*, Spreitenquerschnitt. Vergrößerte Mittelrippe mit Bastband an der Oberseite, Gelenkzellen oberseits zwischen je zwei Leitbündeln (20).

Fig. 25. Id. Das Blatt in Rollage, wobei die Gelenkzellgruppen hervorgetreten sind (20).

Fig. 26. *S. nebulosus Var. planifolius*, Spreitenquerschnitt. Keine vergrößerte Mittelrippe, ausgesprochene Rippenbildung (20).

Fig. 27. *S. nebulosus Forma major perennis*, Spreitenquerschnitt, gänzlich anderes durch die stielrunde Einrollung an die xerophyten Aristiden erinnerndes Aussehen, ober- und unterseits starke Rippenbildung, oberseits zahlreiche lange Papillen. Man beachte die Andeutung der Phloemschaltung bei dem Leitbündel der Mittelrippe (100).

Tafel IV.

Aveneae. Fig. 28. *Danthonia spec.*, Spreitenquerschnitt, kräftig gebautes Gras, ober- und unterseits stark gerippt, die zahlreichen Rippen ungefähr gleich groß, zahlreiche Stachelhaare, welche unterseits die tiefen Rinnen, an deren Seiten die Spaltöffnungen sich befinden, gut von der Außenatmosphäre trennen (45).

Chlorideae. Fig. 29. *Cynodon Dactylon*, Spreitenquerschnitt; Rippenbildung, Gelenkzellen oberseits zwischen je zwei Leitbündeln. Ober- und unterseits Papillen (45).

Fig. 30. *Pogonarthria tuberculata*, Spreitenquerschnitt, Schwache Rippenbildung, oberseits zwischen je zwei Leitbündeln Gelenkzellen; gelegentliches Vorkommen von Polsterhaaren aus vorspringenden Zellgruppen (45).

Fig. 31. *Dactyloctenium aegypticum*, Spreitenquerschnitt, Vergrößerte Mittelrippe, Gelenkzellen zwischen je zwei Leitbündeln, Epidermis der Unterseite mit zahlreichen Cutispapillen (15).

Fig. 32. *Microchloa setacea*, Spreitenquerschnitt: Außerordentlich charakteristisches Aussehen. Von den Gelenkzellgruppen sind die beiden jederseits der Mittelrippe zum Teil verschmolzen. Zwischen den beiden letzten Leidbündeln jederseits ziehen sich einige, meist zwei, langgestreckte, dickwandige, getüpfelte Zellen entlang, wohl modifizierte Parenchymscheidenzellen des vorletzten Leidbündels. Sie scheinen als Wasserspeicher zu dienen und werden ober- und unterseits durch viel mechanisches Gewebe geschützt. Man beachte auch die Rückwirkung dieser großen Menge mechanischen Gewebes auf die ihm benachbarte Gelenkzellgruppe,

die, da ein Einrollen an dieser Stelle natürlich unmöglich geworden, ihren Charakter als Gelenkzellen fast ganz verloren haben (53).

Festucaceae. Fig. 33. *Eragrostis auriculata*, Spreitenquerschnitt. Keine vergrößerte Mittelrippe, Gelenkzellen oberseits zwischen den Leitbündeln. Unterseits der Leitbündel kommen drüsenartige Gebilde vor, die das mechanische Gewebe durchbrechen und, wie es scheint, mit den Leitbündeln in Beziehung stehen (45).

Fig. 34. *E. porosa*, Spreitenquerschnitt, An der Epidermis der Unterseite finden sich kräftige Polsterhaare (45).

Fig. 35. *E. laevissima*, Spreitenquerschnitt. Schwach vergrößerte Mittelrippe, oberseits deutliche Rippenbildung und zahlreiche Stachelhaare. Die drüsenartigen Gebilde wie bei *E. auriculata.*

Tafel V.

Fig. 36. *E. denudata*, a) Blattscheidenquerschnitt; außenseits Rippenbildung, die Rinnen sind mit zahlreichen Stachelhaaren besetzt (45), b) Spreitenquerschnitt, unterseits Rippenbildung und stärkere Ausbildung mechanischen Gewebes als bei den vorigen *Eragrostis*-Arten (45).

Fig. 37. *E. trichophora*, Spreitenquerschnitt. Weitgehende Übereinstimmung mit *E. porosa*, die Polsterhaare der Unterseite fehlen (45).

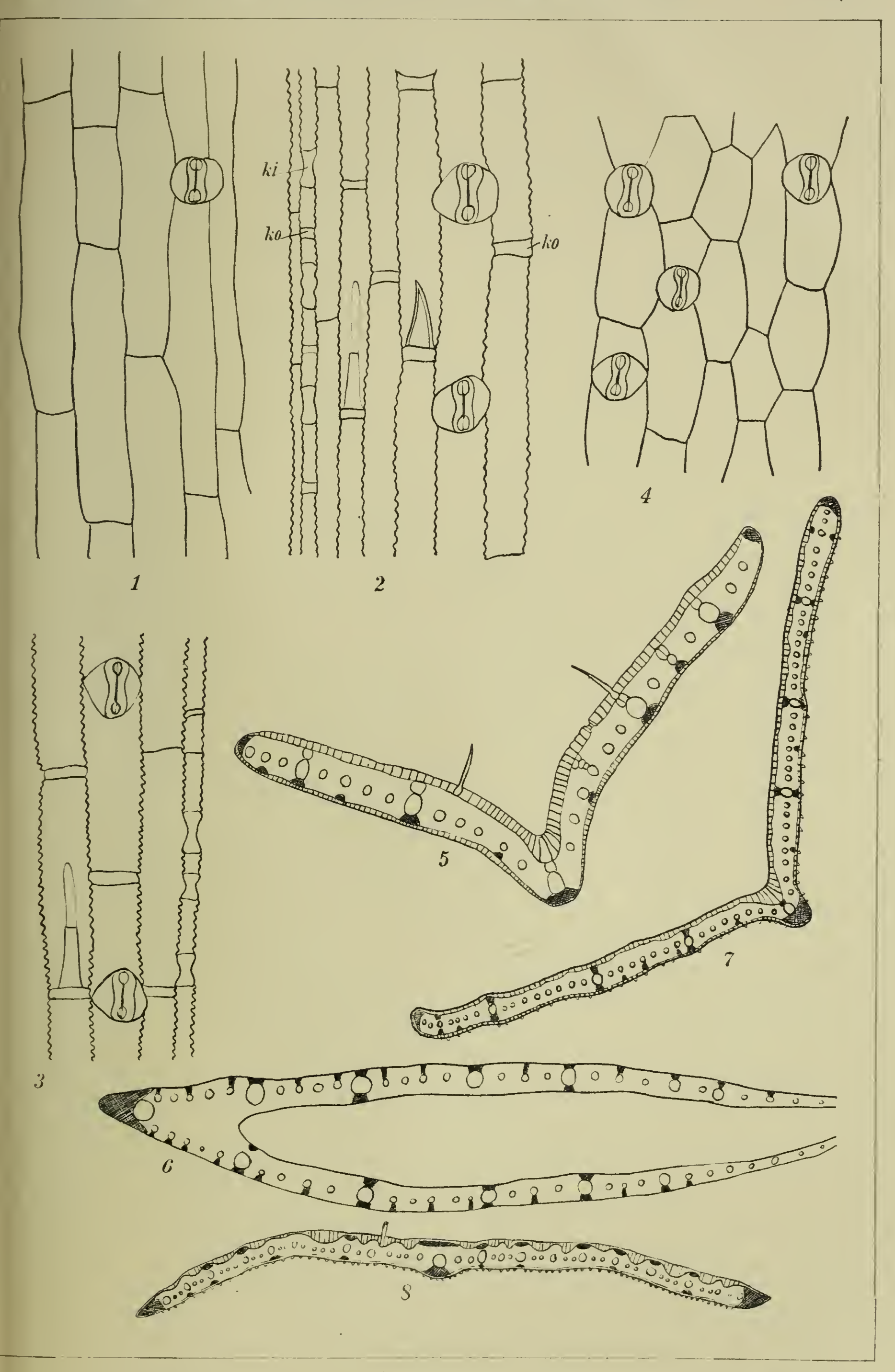
Fig. 38. *E. spinosa*, a) Spreitenquerschnitt, Rippenbildung ober- und unterseits, die Unterseite mit tiefen Einkerbungen, zahlreiche Stachelhaare, vergl. *Danthonia spec.* Fig. 28 (45), b) Querschnitt durch zu Dornen umgewandelte Blattspreiten: Das mechanische Gewebe ist stärker ausgeprägt, Rippung und Haarbildung treten mehr zurück (45).

Fig. 39. *Pappophorum scabrum*, Spreitenquerschnitt; unterseits gerippt, viel mechanisches Gewebe, ober- und unterseits zahlreiche Stachelhaare und große zweizellige Winkelhaare mit zwiebelartiger getüpfelter Wurzel, oberseits aus den Gelenkzellgruppen entspringend (25).

Fig. 40. *P. molle*, Spreitenquerschnitt, keine Rippenbildung, weniger mechanisches Gewebe, die großen Winkelhaare wie bei der vorigen Art (20).

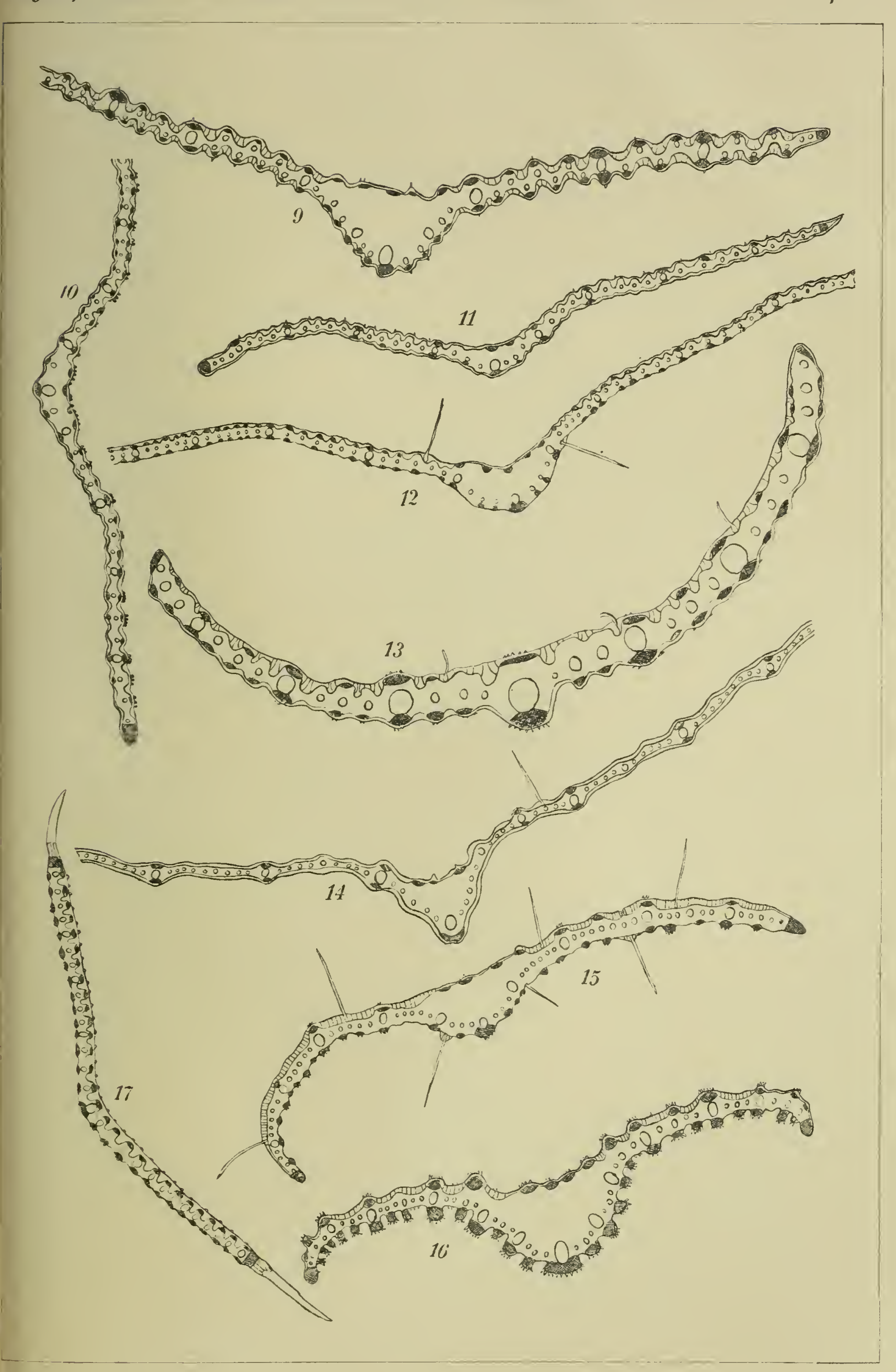
Fig. 41. *Schmidtia pappophoroides*, Spreitenquerschnitt, große Ähnlichkeit mit der vorigen Art (20).

Fig. 42. *S. bulbosa*, Spreitenquerschnitt, unterseits schwache Rippenbildung (20).



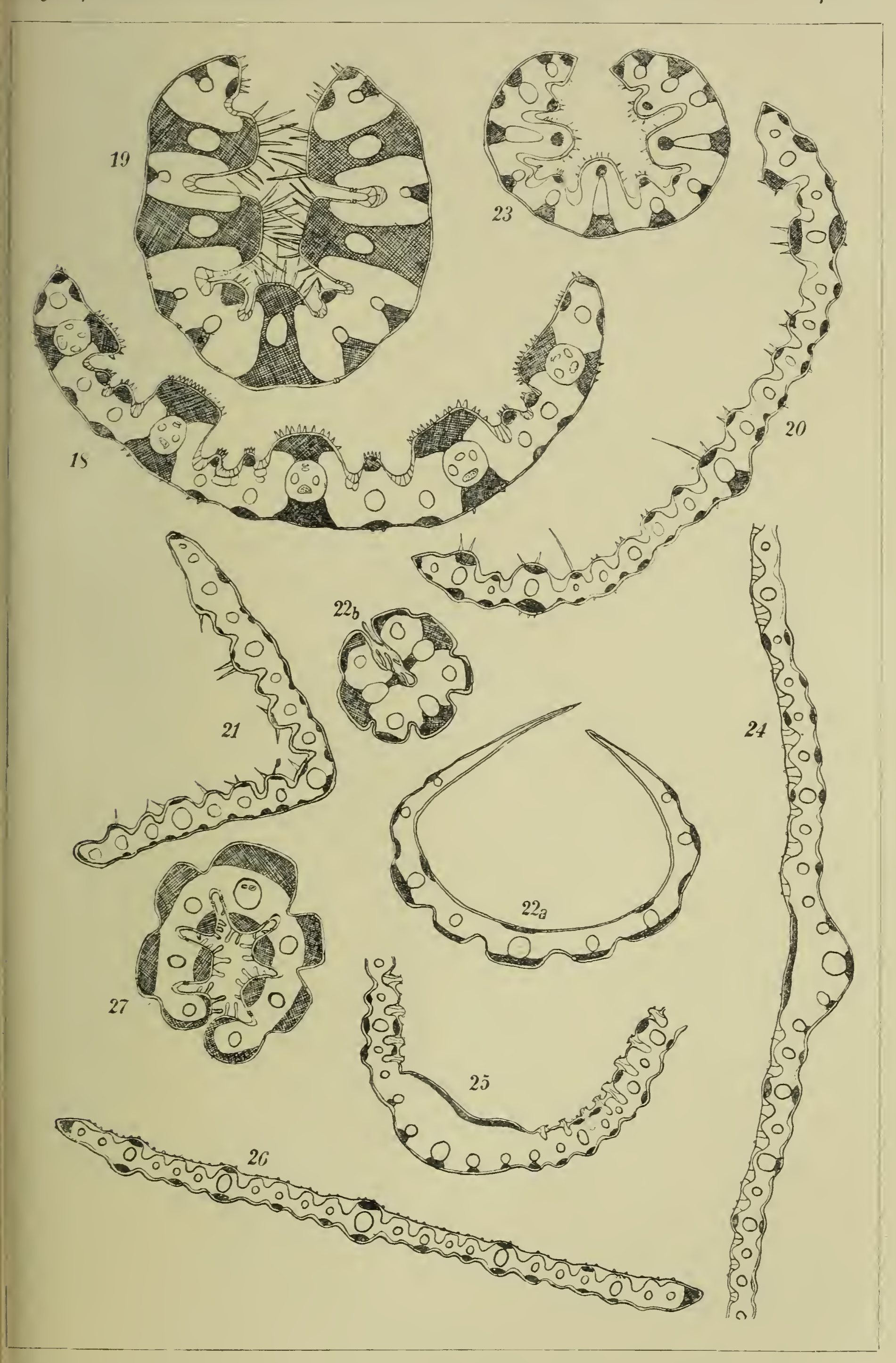
Günzel.

Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.



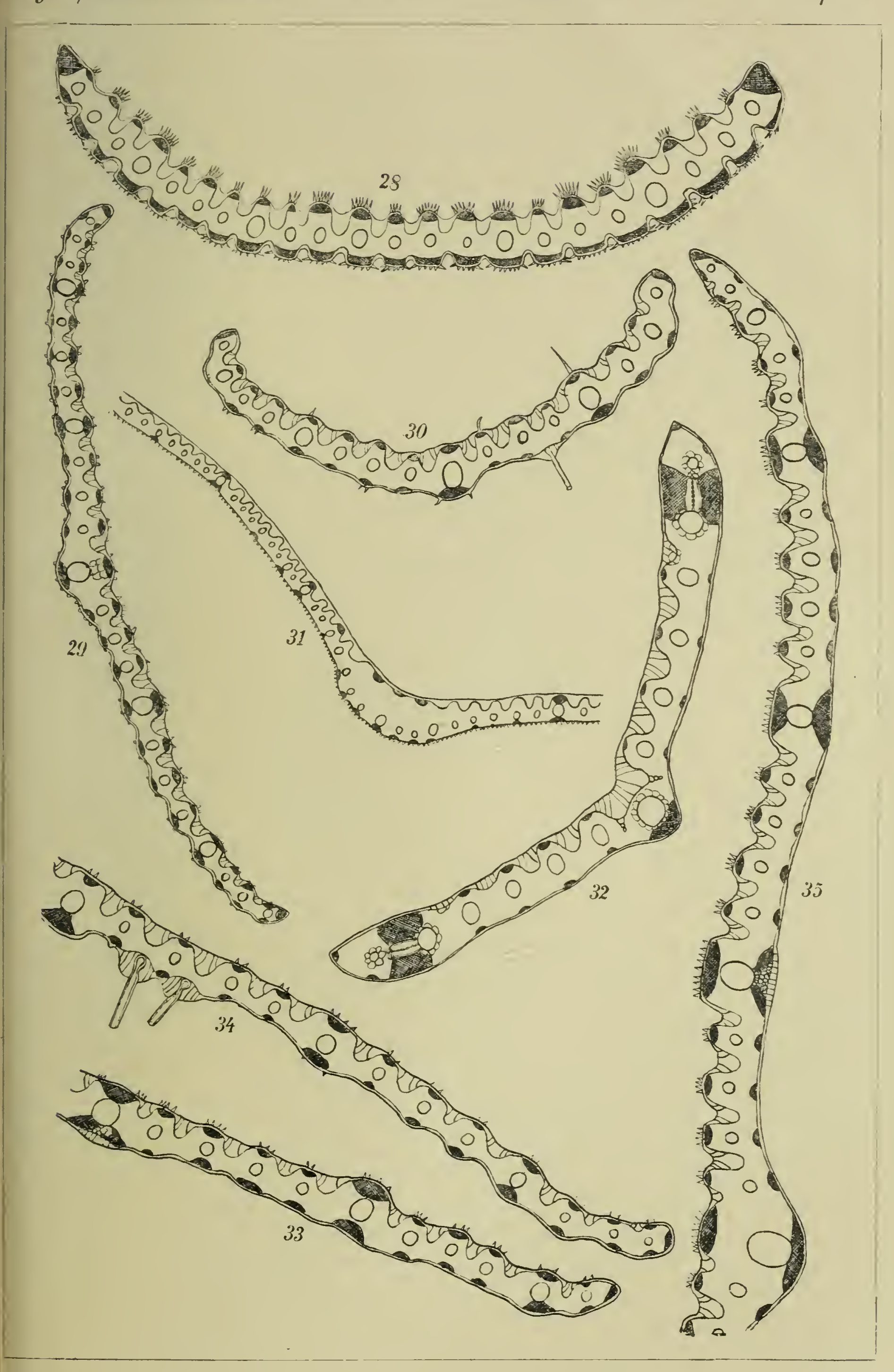
Günzel.

Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.



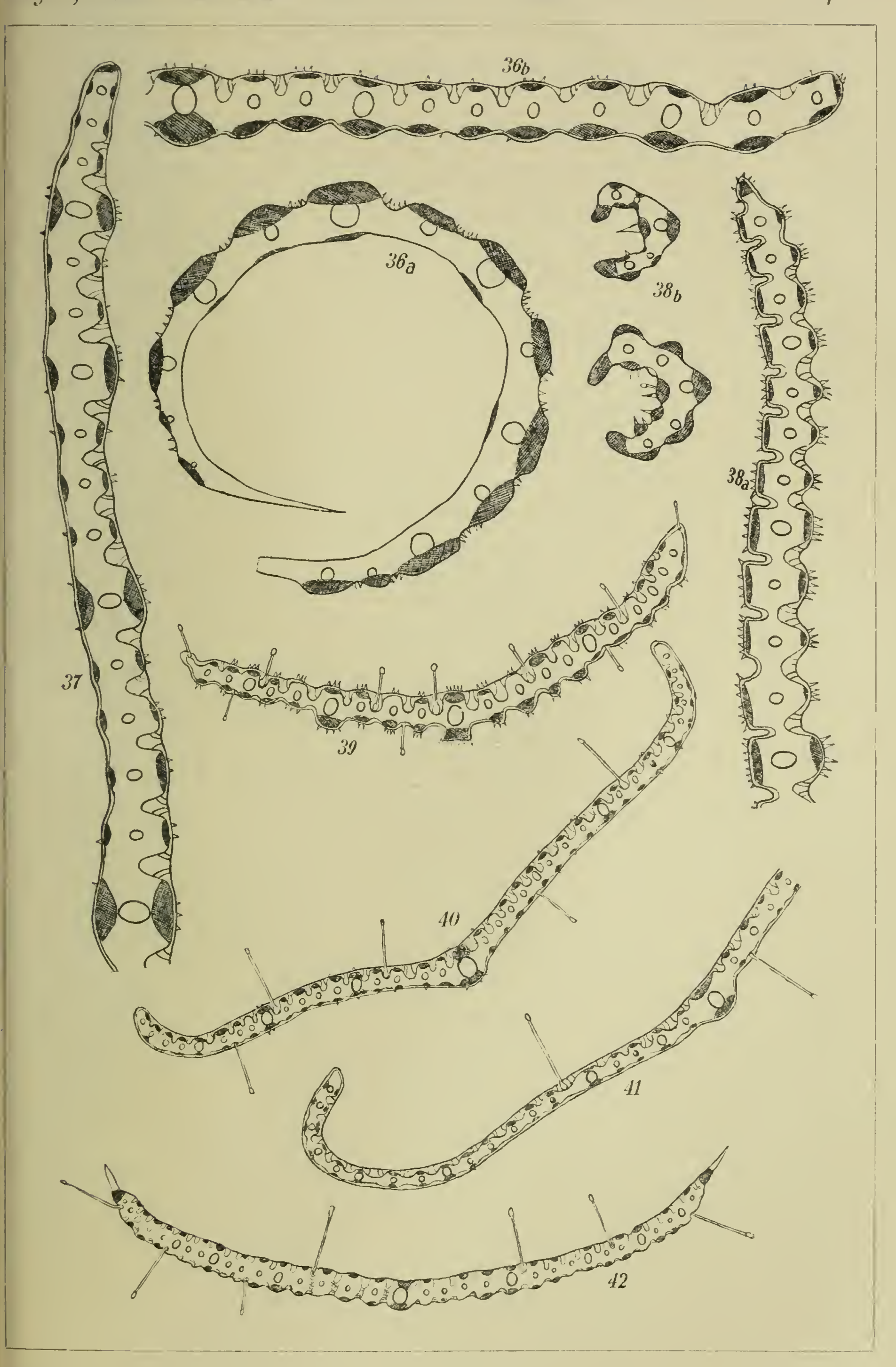
Günzel.

Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.



Günzel.

Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.



Günzel.

Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.